UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETROTÉCNICA
CURSO DE ENGENHARIA INDUSTRIAL ELÉTRICA - ÊNFASE ELETROTÉCNICA
CAROLINA CORRÊA DURCE
LUCIANA PICCIONE COLATUSSO

# DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DE ENTIDADES FILANTRÓPICAS
# CASO: APAE – UNIDADE SANTA FELICIDADE – CURITIBA/PR

CURITIBA
2007

CAROLINA CORRÊA DURCE
LUCIANA PICCIONE COLATUSSO

# DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DE ENTIDADES FILANTRÓPICAS CASO: APAE – UNIDADE SANTA FELICIDADE – CURITIBA/PR

Trabalho apresentado na disciplina de Projeto Final de Curso II como requisito parcial para a conslusão do Curso de Engenharia Industrial Elétrica – Ênfase em Eletrotécnica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientadora: Profa. Maria de Fátima Ribeiro Raia Cabreira, Dra.

CURITIBA
2007

**DEDICATÓRIA**

Ao uso racional da energia elétrica.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos nossos familiares, a nossa orientadora Maria de Fátima Ribeiro Raia Cabreira e as pessoas que de certa forma contribuíram para a execução desse trabalho: Fabiano Kiyoshi Mori, Fabiano Meier, Eduardo Antonio Fernandes Caxilé, Waldinei Wzorek, Edson Luís Winter.

Agradecemos também a todos os nossos amigos que de algum modo vivenciaram este trabalho conosco.

Por fim, agradecemos à Universidade Tecnológica Federal do Paraná, pelo ensino de qualidade que nos proporcionou, nos formando de maneira significativa para nossa vida profissional.

## RESUMO

Devido a alta demanda e a escassa oferta de energia no atual cenário nacional brasileiro, nota-se que a cada dia cresce a consciência de que a eficiência energética deve ser inclusa, de forma definitiva, na política energética nacional. Este trabalho tem como objetivo realizar um diagnóstico energético em uma entidade filantrópica assistencial, neste caso a Unidade Santa Felicidade da APAE – Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais – situada em Curitiba-PR. Para tal, são explanados os aspectos teóricos e práticos para a elaboração de um diagnóstico energético, bem como o estudo dos principais usos finais presentes na entidade. O diagnóstico energético realizado contempla o conhecimento das instalações, a análise dos dados coletados em campo, o estudo da viabilidade econômica das ações propostas e as simulações tarifárias para as diferentes opções de faturamento. Os resultados foram satisfatórios, pois a entidade apresentou um potencial de conservação de energia significativo e possível otimização para a contratação da energia. Finalmente, é realizado um projeto de eficiência energética, nos padrões exigidos pela ANEEL, que será entregue a APAE para possível apresentação à chamada pública 001/2007 do Programa de Eficiência Energética da COPEL, ciclo 2007/2008.



Palavras-chave: diagnóstico energético, entidades filantrópicas, chamada pública.

## LISTA DE FIGURAS

*FIGURA 1 – Fontes renováveis e não renováveis* ____ *34*
*FIGURA 2 – Fontes energéticas em geral* ____ *35*
*FIGURA 3 – Matriz de oferta de energia elétrica* ____ *38*
*FIGURA 4 – Geração mundial de energia elétrica* ____ *39*
*FIGURA 5 – Selo do PROCEL* ____ *60*
*FIGURA 6 – Modelo de etiqueta do PBE para refrigerador* ____ *61*
*FIGURA 7 – Modelo de etiqueta do PBE para lâmpadas* ____ *62*
*FIGURA 8 - Localização do aquecedor à gás* ____ *69*
*FIGURA 9 – Sistema de aquecimento solar* ____ *71*
*FIGURA 10 – Funcionamento de um aquecedor solar* ____ *72*
*FIGURA 11 – Aquecimento solar de piscina* ____ *74*
*FIGURA 12 – Comparativo de gastos para implantação de aquecimento solar em uma piscina* ____ *74*
*FIGURA 13 – Insolação diária* ____ *75*
*FIGURA 14 – Radiação solar diária* ____ *76*
*FIGURA 15 – Funcionamento do sistema de refrigeração* ____ *77*
*FIGURA 16 – Ciclo de funcionamento do sistema de refrigeração* ____ *78*
*FIGURA 17 – Modelos de sistemas de refrigeração por categoria* ____ *80*
*FIGURA 18 – Motor de indução* ____ *82*
*FIGURA 19 – Circuito de bomba de calor* ____ *85*
*FIGURA 20 – Esquema de instalação da bomba de calor na piscina* ____ *86*
*FIGURA 21 – Símbolo da APAE* ____ *128*
*FIGURA 22 – Planta da APAE* ____ *131*
*FIGURA 23 – Gráfico do consumo das principais cargas* ____ *135*
*FIGURA 24 – Gráfico do consumo por uso final* ____ *136*
*FIGURA 25 – Medidor instalado* ____ *138*
*FIGURA 26 – Casas lares* ____ *140*
*FIGURA 27 – Banheiro feminino no refeitório das funcionárias* ____ *140*
*FIGURA 28 – Refeitório dos alunos da Escola Henriette Morineaux* ____ *141*
*FIGURA 29 – Bombas de calor* ____ *143*
*FIGURA 30 – Freezer enferrujado* ____ *143*
*FIGURA 31 – Freezer estragado* ____ *144*
*FIGURA 32 – Luminária instalada* ____ *146*
*FIGURA 33 – Histórico do consumo das principais cargas* ____ *173*

*FIGURA 34 – Demanda da entrada de 200A na terça-feira, dia 11/09/2007 _____ 174*
*FIGURA 35 – Demanda da entrada de 200A na quarta-feira, dia 12/09/2007 _____ 175*
*FIGURA 36 – Demanda da entrada de 200A na quinta-feira, dia 13/09/2007 _____ 175*
*FIGURA 37 – Demanda da entrada de 200A na sexta-feira, dia 14/09/2007 _____ 176*
*FIGURA 38 – Demanda da entrada de 200A no sábado, dia 15/09/2007 _____ 176*
*FIGURA 39 – Demanda da entrada de 200A no domingo, dia 16/09/2007 _____ 177*
*FIGURA 40 – Demanda da entrada de 200A na segunda-feira, dia 17/09/2007 _____ 177*
*FIGURA 41 - Comparativo do importe mensal para as diferentes opções de fornecimento 186*
*FIGURA 42 - Comparativo do importe mensal para as diferentes opções de fornecimento 189*

## LISTA DE TABELAS

*TABELA 1 - Quadro resumo da Oferta Interna de Energia* ____ *34*
*TABELA 2 – Oferta Interna de Energia (%)* ____ *37*
*TABELA 3 – Matriz de oferta de energia elétrica (GWh)* ____ *38*
*TABELA 4 – PEEs aprovados em 2007* ____ *59*
*TABELA 5 – Valores de iluminância para cada tipo de atividade desenvolvida* ____ *63*
*TABELA 6 – Dimensionamento do reservatório para aquecedores solares* ____ *73*
*TABELA 7 – Requisitos para ser consumidor livre* ____ *91*
*TABELA 8 – Descontos na tarifa de entidades* ____ *126*
*TABELA 9– Características das unidades da APAE – Curitiba* ____ *129*
*TABELA 10 – Cargas instaladas* ____ *133*
*TABELA 11 – Cargas por uso final* ____ *135*
*TABELA 12 – Faturas de energia* ____ *137*
*TABELA 13 – Valores medidos de iluminância* ____ *139*
*TABELA 14 – Substituições propostas* ____ *148*
*TABELA 15 – Principais características técnicas das lâmpadas* ____ *153*
*TABELA 16 – Principais características técnicas dos reatores* ____ *153*
*TABELA 17 – Principais características técnicas das luminárias* ____ *154*
*TABELA 18 – Principais características técnicas dos refrigeradores* ____ *154*
*TABELA 19 – Cálculo dos resultados esperados para iluminação* ____ *156*
*TABELA 20 – Cálculo dos resultados esperados para refrigeração* ____ *158*
*TABELA 21 – Orçamento da iluminação* ____ *161*
*TABELA 22 – Orçamento da refrigeração* ____ *162*
*TABELA 23 – Cálculo dos custos anualizados para iluminação* ____ *164*
*TABELA 24 – Cálculo dos benefícios para iluminação* ____ *164*
*TABELA 25 – Cálculo da RCB para iluminação* ____ *164*
*TABELA 26 – Cálculo dos custos anualizados para refrigeração* ____ *165*
*TABELA 27 – Cálculo dos benefícios para refrigeração* ____ *165*
*TABELA 28 – Cálculo da RCB para refrigeração* ____ *165*
*TABELA 29 – Orçamento final da iluminação* ____ *167*
*TABELA 30 – Cálculo final dos custos anualizados para iluminação* ____ *168*
*TABELA 31 – Cálculo final da RCB para iluminação* ____ *168*
*TABELA 32 – Metas do projeto* ____ *169*
*TABELA 33 – Custo por categoria contábil e origens dos recursos* ____ *169*

*TABELA 34 – Cronograma físico* 171
*TABELA 35 – Cronograma financeiro* 171
*TABELA 36 - Cálculo do importe mensal - medidor 952745078 - Tarifa B3* 179
*TABELA 37 - Cálculo do importe mensal - medidor 882040558 - Tarifa B3* 179
*TABELA 38 - Proporcionalidade de assistidos por entrada de fornecimento* 180
*TABELA 39 – Dados de entrada para simulação – medidor 952745078* 180
*TABELA 40 – Cálculo do importe mensal para ent. filantrópicas- medidor 952745078* 180
*TABELA 41 - Dados de entrada para simulação – medidor 882040558* 181
*TABELA 42 - Cálculo do importe mensal para ent. filantrópicas - medidor 882040558* 181
*TABELA 43 - Dados de entrada para simulação Convencional A4* 182
*TABELA 44 - Cálculos e resultados para simulação Convencional A4* 182
*TABELA 45 - Dados de entrada para simulação Horo- Sazonal Verde A4* 183
*TABELA 46 - Cálculos e resultados para a simulação Horo-Sazonal Verde A4* 183
*TABELA 47 - Dados de entrada para simulação Horo-Sazonal Azul A4* 184
*TABELA 48 - Cálculos e resultados para a simulação Horo-Sazonal Azul A4* 184
*TABELA 49 - Resultados das simulações realizadas* 185
*TABELA 50 – Dados de entrada para reavaliação tarifária Subgrupo B3 - medidor 952745078* 187
*TABELA 51 – Dados de entrada para reavaliação tarifária Subgrupo B3 - medidor 882040558* 188
*TABELA 52 – Dados de entrada para reavaliação tarifária ent. filantrópicas – medidor 952745078* 188
*TABELA 53 – Dados de entrada para reavaliação tarifária ent. filantrópicas – medidor 882040558* 188
*TABELA 54 - Dados de entrada para reavaliação tarifária Convencional A4* 188
*TABELA 55 - Dados de entrada para reavaliação tarifária Horo-Sazonal Verde A4* 188
*TABELA 56 - Dados de entrada para reavaliação tarifária Horo-Sazonal Azul A4* 189
*TABELA 57 – Resultados obtidos paras reavaliações tarifárias* 189

## LISTA DE SIGLAS

*ABEE - Associação Brasileira de Eficiência Energética*

*ABINEE - Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica*

*ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas*

*ABRADEE - Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica*

*ABRAGE – Associação Brasileira das Empresas Geradoras de Energia Elétrica*

*ALIANÇA – Cooperativa Aliança*

*AMPLA - Ampla Energia e Serviços S.A.*

*ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica*

*APAE - Associação dos Pais e Amigos dos Excepcionais*

*BANDEIRANTE – Bandeirante Energia S.A.*

*BEN - Balanço Energético Nacional*

*BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social*

*CAIUA - Caiuá Distribuição de Energia S.A.*

*CEAM - Companhia Energética do Amazonas*

*CEEE - Companhia Estadual de Energia Elétrica*

*CEEEI - Curso de Especialização em Eficiência Energética na Indústria*

*CEFET - Centro Federal de Educação Tecnológica*

*CELB - Companhia Energética da Borborema*

*CELESC - Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A.*

*CELG - Companhia Energética de Goiás*

*CELPA - Companhia de Eletricidade do Pará*

*CELPE - Companhia Energética de Pernambuco*

*CEMAT - Centrais Elétricas Matogrossenses S.A.*

*CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais*

*CEP - Código de Endereçamento Postal*

*CEPISA - Companhia Energética do Piauí*

*CFC - cloro-flúor-carbono*

*CFLCL - Companhia Luz e Força Cataguazes Leopoldina*

*CFLO - Companhia Força e Luz do Oeste*

*CJE - Companhia Jaguari de Energia*

*CLFSC - Companhia Luz e Força Santa Cruz*

*CNI - Confederação Nacional da Indústria*

*CNPE - Conselho Nacional de Políticas Energéticas*

*CNPJ - Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica*

*COCEL - Companhia Campolarguense de Energia*

*COELCE - Companhia Energética do Ceará*

*COFINS - Contribuição para Financiamento da Seguridade Social*

*CONPET - Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural*

*COPEL - Companhia Paranaense de Energia*

*CPEE - Companhia Paulista de Energia Elétrica*

*CPFL - Companhia Paulista de Força e Luz*

*CSPE - Companhia Sul Paulista de Energia*

*EDEVP - Empresa de Distribuição de Energia Vale Paranapanema S.A.*

*EFEI - Escola Federal de Engenharia de Itajubá*

*EFLJC - Empresa Força e Luz João Cesa Ltda.*

*ELETROBRÁS - Centrais Elétricas Brasileiras S.A.*

*ELETROS - Associação Nacional de Fabricantes de Produtos Eletroeletrônicos*

*ELFSM - Empresa de Luz e Força Santa Maria*

*ES - Espírito Santo*

*FIEMG - Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais*

*FIEP - Federação das Indústrias do Estado do Paraná*

*FORCEL - Força e Luz Coronel Vivida Ltda.*

*GASMIG - Companhia de Gás de Minas Gerais*

*GEE/UFES - Grupo de Eficiência Energética da UFES*

*ICMS - Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços*

*INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial*

*IPCC - Intergovernamental Panel on Climate Change - Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas*

*Iguaçu Energia - Iguaçu Distribuidora de Energia Elétrica Ltda.*

*ITISA - Itiquira Energética S.A.*

*LED - Light Emitting Diode - Diodo Emissor de Luz*

*MG - Minas Gerais*

*MIC - Ministério da Indústria e do Comércio*

*MME - Ministério de Minas e Energia*

*MOP – mão-de-obra própria*

*MOT – mão-de-obra de terceiros*

*MS - Mato Grosso do Sul*

*MUG - Medidor Universal de Grandezas*

*NACIONAL - Companhia Nacional de Energia Elétrica*

*NBR - Norma Brasileira*

*OCDE - Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Econômicos*

*OIE - Oferta Interna de Energia*

*PBE - Programa Brasileiro de Etiquetagem*

*PCH - Pequenas Centrais Hidrelétricas*

*PDEE - Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica*

*PDN - Plano Nacional de Energia*

*PEE - Programas de Eficiência Energética*

*PETROBRÁS - Petróleo Brasileiro S.A.*

*PIS - Programa de Integração Social*

*PR - Paraná*

*PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica*

*PROESCO - Programa de Apoio a Projetos de Eficiência Energética*

*PROINFA - Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica*

*RGE - Rio Grande Energia*

*RJ - Rio de Janeiro*

*RS - Rio Grande do Sul*

*RTE - Recomposição Tarifária Extraordinária*

*SAAE - Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Guarulhos*

*SAELPA - Sociedade Anônima de Eletrificação da Paraíba*

*SIN - Sistema Integrado Nacional*

*SC - Santa Catarina*

*SP - São Paulo*

*TCU - Tribunal de Contas da União*

*UERJ - Universidade do Estado do Rio de Janeiro*

*UFES - Universidade Federal do Espírito Santo*

*UFPE - Universidade Federal de Pernambuco*

*UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina*

*UNICEF - United Nations Children's Fund - Fundo das Nações Unidas para a Infância*

*USP - Universidade de São Paulo*

*UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná*

*WWF - Worlwide Fund for Nature - Fundo Mundial para a Natureza*

## LISTA DE SÍMBOLOS

A – *anuidade uniforme equivalente*

B– *benefícios*

C – *consumo*

C′ – *consumo por uso final*

$C_1$ – *custo unitário da demanda no horário de ponta*

$C_2$ – *custo unitário da demanda fora do horário de ponta*

$C_3$ – *custo unitário da energia no horário de ponta de períodos secos*

$C_4$ – *custo unitário da energia no horário de ponta de períodos úmidos*

$C_5$ - *custo unitário da energia fora do horário de ponta de períodos secos*

$C_6$ - *custo unitário da energia fora do horário de ponta de períodos úmidos*

$C_{CORRIGIDO}$ – *consumo corrigido obtido por medição direta*

$C_{DIA\ ÚTIL}$ – *consumo médio nos dias úteis medidos*

$C_{FINAL\ DE\ SEMANA}$ – *consumo médio nos dias de fim de semana medidos*

$C_{INICIAL}$ – *incremento no custo inicial do investimento*

$C_{OPERAÇÃO}$ – *incremento no custo anual de operação e manutenção*

$CA_{equip\ n}$ - *custo anualizado do equipamento*

$CA_{Total}$ - *custo anualizado total*

$CE_{equip\ n}$ - *custo somente de equipamento com mesma vida útil*

CEC – *custo da energia conservada*

CED - *custo unitário evitado de demanda*

CEE - *custo unitário evitado de energia*

COP - *coeficiente de performance referente à bombas de calor*

$\cos\varphi$ - *fator de potência*

$CPE_{equip\ n}$ - *custo dos equipamentos com a mesma vida útil*

CT - *custo total do projeto*

CTE - *custo total somente de equipamentos*

D - *demanda*

$D_{MÁXIMA}$ – *demanda máxima da instalação*

$D'_{MÁXIMA}$ – *demanda máxima do uso final*

$D_{MÉDIA}$ – *demanda média da instalação*

$D'_{MÉDIA}$ – *demanda média do uso final*

$E_{ENERGIA}$ – *economia anual de energia elétrica*

$E_{TOTAL}$ – *economia anual de recursos financeiros da alternativa*

EE - *energia economizada*

$F_{CARGA}$ – *fator de carga global da instalação*

$F'_{CARGA}$ – *fator de carga do uso final*

$F'_{DEMANDA}$ – *fator de demanda do uso final*

FC - *fator de carga do segmento elétrico*

FRC - *fator de recuperação de capital*

i – *taxa de desconto*

j – *taxa de desconto efetiva calculada para o período m*

$LE_1, LE_2, LE_3, LE_4$ - *constantes de perdas de energia nos postos de ponta e fora de ponta para os períodos seco e úmido*

LP - *constante de perda de demanda no posto fora de ponta*

m – *novo período para a taxa de desconto efetiva j*

n – *tempo de vida do investimento*

$N_{DIA\ ÚTIL}$ – *números de dias úteis dentro do período de medição da concessionária*

$N_{FINAL\ DE\ SEMANA}$ – *números de dias de fins-de-semana dentro do período de medição da concessionária*

$P_i$ – *potência ativa da i-ésima medição*

$P'_{INSTALADA}$ – *potência instalada do uso final*

Q – *energia térmica utilizável no condensador; potência reativa*

RCB - *relação custo-benefício*

RDP - *redução de demanda na ponta*

$V_k$ – *valor dos custos e investimentos no período k*

$V_P$ – *valor presente dos custos e investimentos*

W – *total da energia consumida para uma operação*

$\Delta h$ – *intervalo de tempo entre medições*

$\Delta t$ – *intervalo de tempo considerado*

$\eta$ - *rendimento*

# SUMÁRIO


***CAPÍTULO 1 - PROPOSTA DO TRABALHO*** ***20***

*1.1 INTRODUÇÃO* 20

*1.2 PROBLEMA* 22

*1.3 JUSTIFICATIVA* 22

*1.4 OBJETIVOS* 23

1.4.1 Objetivo geral 23

1.4.2 Objetivos específicos 23

*1.5 MÉTODO DE PESQUISA* 24

*1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO* 25

***CAPÍTULO 2 - INTRODUÇÃO TEÓRICA*** ***26***

*2.1 POLÍTICA ENERGÉTICA NACIONAL* 26

2.1.1 Histórico energético nacional 26

2.1.2 A utilização eficiente da energia elétrica 28

2.1.3 Barreiras ao avanço da eficiência energética 30

*2.1.3.1 Barreiras técnicas e econômicas* *31*

*2.1.3.2 Barreiras relacionadas aos produtores, distribuidores e fabricantes de equipamentos* *31*

*2.1.3.3 Barreiras relacionadas aos consumidores* *32*

*2.1.3.4 Barreiras sociais, políticas e institucionais* *33*

2.1.4 Matriz Energética nacional – preliminar 33

*2.1.4.1 Energia renovável e não renovável* *34*

*2.1.4.2 Comparações internacionais da Oferta Interna de Energia* *36*

*2.1.4.3 Matriz de oferta de energia elétrica* *37*

2.1.5 Projeções 39

*2.1.5.1 Projeções do Ministério de Minas e Energia - MME* *40*

*2.1.5.2 Projeções do Fundo Mundial para a Natureza - WWF* *40*

*2.1.5.3 Projeções da Federação das Indústrias do Estado do Paraná - FIEP* *41*

*2.2 PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA* 41

2.2.1 A ANEEL e a eficiência energética 41

2.2.2 Legislação 42

*2.2.2.1 Resolução 334, de 2 de dezembro de 1999* *42*

*2.2.2.2 Lei 9.991, de 24 de julho de 2000* *42*

*2.2.2.3 Resolução 394, de 17 de setembro de 2001* *43*

*2.2.2.4 Resolução 492, de 3 de setembro de 2002* *43*

*2.2.2.5 Resolução 176, de 28 de novembro de 2005* *43*

*2.2.2.6 Lei 11.465, de 28 de março de 2007* *43*

2.2.3 Manual para Elaboração do Programa de Eficiência Energética da ANEEL 44

2.2.4 A eficiência energética no ano de 2007 45

*2.2.4.1 Notícias* *45*

*2.2.4.2 PEEs aprovados pela ANEEL* 58
*2.3 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS USOS FINAIS* 60
2.3.1 Selo de eficiência energética 60
2.3.2 Programa Brasileiro de Etiquetagem - PBE 60
*2.3.2.1 Etiquetas* 61
2.3.3 Sistema de iluminação 62
*2.3.3.1 Nível de iluminamento* 63
*2.3.3.2 Componentes do sistema de iluminação* 64
2.3.4 Chuveiro elétrico 67
2.3.5 Sistemas de aquecimento à gás 69
2.3.6 Coletores solares 70
*2.3.6.1 Funcionamento* 70
*2.3.6.2 Dimensionamento do aquecedor solar* 72
*2.3.6.3 Aquecimento solar de piscinas* 73
2.3.7 Refrigeradores e congeladores 76
*2.3.7.1 Funcionamento* 77
*2.3.7.2 Eficiência energética* 79
2.3.8 Motores elétricos 80
*2.3.8.1 Motores de corrente contínua* 81
*2.3.8.2 Motores de corrente alternada* 81
2.3.9 Bombas de calor 84
*2.4 ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA* 87
*2.5 CONDIÇÕES GERAIS DE FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA* 88
*2.5.1.1 Grupos de consumidores* 89
*2.5.1.2 Horário de ponta* 91
*2.5.1.3 Horário fora de ponta* 91
*2.5.1.4 Período seco* 92
*2.5.1.5 Período úmido* 92
*2.5.1.6 Estrutura tarifária* 92
*2.6 ENDOMARKETING* 93
*2.7 METODOLOGIAS PARA DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO* 94
2.7.1 Metodologia 1 94
*2.7.1.1 Introdução* 94
*2.7.1.2 Etapas* 95
2.7.2 Metodologia 2 108
*2.7.2.1 Etapas* 108
2.7.3 Metodologia 3 116
*2.7.3.1 Etapas* 116
*2.8 MÉTODOS PARA ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA* 117
2.8.1 Método do tempo de retorno do investimento 117
2.8.2 Método dos equivalentes uniformes anuais 118

2.8.3 Custo da energia conservada 120
2.8.4 Método dos custos evitados 120
*2.8.4.1 Custos evitados 120*
*2.8.4.2 Taxa de desconto 123*
*2.8.4.3 Vida útil 123*
*2.8.4.4 Relação Custo-Benefício (RCB) 123*
*2.9 ENTIDADES FILANTRÓPICAS* 125
2.9.1 Tarifas especiais para entidades filantrópicas 125
***CAPÍTULO 3 - CASO APAE SANTA FELICIDADE 127***
*3.1 SISTEMA ATUAL* 127
3.1.1 Informações gerais sobre a entidade 127
3.1.2 APAE – Unidade Santa Felicidade - Generalidades 130
3.1.3 Cargas instaladas 131
3.1.4 Faturas de energia 136
3.1.5 Medição direta 138
3.1.6 Medições do nível de iluminamento 138
3.1.7 Arquitetura bioclimática 140
*3.2 SISTEMA PROPOSTO* 142
3.2.1 Potencial de conservação de energia 142
*3.2.1.1 Usos finais com potencial de conservação de energia 142*
*3.2.1.2 Substituições propostas 146*
*3.2.1.3 Premissas adotadas 149*
*3.2.1.4 Cálculo dos resultados esperados 155*
3.2.2 Viabilidade econômica 159
*3.2.2.1 Custos do projeto 159*
*3.2.2.2 Cálculo da Relação Custo-Benefício do projeto 163*
*3.2.2.3 Prazos previstos 170*
*3.2.3 Endomarketing* 172
*3.3 ANÁLISE TARIFÁRIA* 172
3.3.1 Simulação para o sistema atual – Subgrupo B3 (Demais Classes) 178
3.3.2 Simulação para o sistema com benefício às entidades filantrópicas 179
3.3.3 Simulação para o sistema Convencional A4 181
3.3.4 Simulação para o sistema Horo-sazonal Verde A4 183
3.3.5 Simulação para o sistema Horo-sazonal Azul A4 184
3.3.6 Análise comparativa 185
*3.4 REAVALIAÇÃO TARIFÁRIA* 187
***CAPÍTULO 4 - CONCLUSÃO 191***
*4.1 COMENTÁRIOS FINAIS* 191
*4.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS* 192
***REFERÊNCIAS 193***
***GLOSSÁRIO 201***

*APÊNDICE A: MANUAL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA* _____ *203*
*APÊNDICE B: INFORMATIVO "COMO ECONOMIZAR ENERGIA ELÉTRICA?"* _____ *209*
*APÊNDICE C: PROJETO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA* _____ *211*

# CAPÍTULO 1 - PROPOSTA DO TRABALHO

## *1.1 INTRODUÇÃO*

Uma das condições básicas para o desenvolvimento do país é o seu fornecimento eficiente de energia.

Em 2001, o Brasil sofreu uma grande crise de abastecimento no setor elétrico (PROCEL, 2005). O racionamento impactou negativamente no volume de energia comercializada, afetando diretamente as distribuidoras de energia elétrica e as classes residencial, industrial e comercial, obrigadas a reduzir o seu consumo (MME, s.d. a).

Entretanto, dessa crise energética também surgiram conseqüências positivas, pois a sociedade passou a buscar soluções para o racionamento e a eficiência no uso da energia elétrica começou a ser fortemente valorizada (PROCEL, 2005).

O PROCEL (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica), criado em dezembro de 1985, tem como finalidade contribuir para a eliminação de desperdícios e para a redução do consumo e da demanda de energia elétrica (ELETROBRÁS, 2003a). A eficiência energética visa melhorar o padrão de serviços e a qualidade de vida, priorizando o desenvolvimento sustentável, ou seja, leva em conta a preservação dos recursos naturais para gerações futuras (REIS, 2005).

Aos poucos, cresce a consciência de que a eficiência energética deve ser inclusa, de forma definitiva, na política energética nacional através da difusão de medidas que possibilitem valorizar as iniciativas já existentes no país, do desenvolvimento de novas tecnologias mais eficientes e do apoio a programas que reeduquem a atual postura perante o consumo (PROCEL, 2005).

Os projetos dos programas de eficiência energética previstos pela ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) abrangem as classes de consumo em sua totalidade e devem ser enquadrados nos seguintes tipos: comercial/serviços, atendimento às comunidades de baixa renda, industrial, poderes públicos,

residencial, serviços públicos e aquecimento solar para substituição de chuveiros elétricos (ANEEL, 2005 a).

Segundo a (ANEEL, 2005 a), a classificação comercial/serviços refere-se a projetos em instalações comerciais e de serviços de grande, médio e pequeno porte, com ações de combate ao desperdício e eficientização de equipamentos.

Tendo em vista a sobrevivência na economia nacional, as entidades assistenciais, que pela classificação da ANEEL se enquadram no tipo comercial/serviços, devem reduzir custos também por meio do uso racional da energia, combinando a diminuição de despesas e a qualidade de vida.

Um diagnóstico energético é imprescindível para controlar e avaliar o uso de energia elétrica e tornar o sistema eficiente. Deve ser realizado prioritariamente para que a entidade possa analisar o seu potencial de conservação e definir a condição de suas instalações. A análise dos dados coletados possibilita a determinação de problemas e o melhor modo de resolvê-los (ALVAREZ, 1998).

Entidades filantrópicas são sociedades sem fins lucrativos, associações ou fundações, criadas com o objetivo de promover a melhoria da qualidade de vida de pessoas portadoras de deficiência. Para ser considerada como filantrópica pelos órgãos públicos ela deve realizar, durante três anos ou mais, atividades a favor dos necessitados, sem divisão lucrativa e remuneração dos dirigentes.

As entidades se mantêm com doações de pessoas físicas e jurídicas. Podem recorrer aos recursos públicos por meio de parcerias, convênios e solicitações de subvenção ao governo, autarquia, além de créditos ao BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social). Também, podem solicitar recursos de organismos internacionais como UNICEF (Fundo das Nações Unidas para a Infância) e embaixadas de países desenvolvidos (Revista Filantropia, 2002).

A APAE (Associação dos Pais e Amigos dos Excepcionais) é considerada o maior movimento filantrópico do país e do mundo na sua área de atuação. Foi criada em 11 de dezembro de 1954, no Rio de Janeiro. Hoje, são cerca de duas mil unidades espalhadas pelo Brasil (APAE Brasil, s.d.).

A APAE – Unidade Santa Felicidade, sediada em Curitiba-PR, é uma entidade filantrópica assistencial sem fins lucrativos que dá apoio a portadores de deficiência mental. Foi fundada no dia 6 de outubro de 1962, e desde a sua criação vem prestando evidentes serviços frente à comunidade curitibana. Seu objetivo é garantir os direitos do portador de deficiência, oferecendo atendimento nas áreas da saúde, educação, assistência social e trabalho (APAE, 2003).

## *1.2 PROBLEMA*

A APAE é uma entidade assistencial de baixo poder aquisitivo e seu capital é destinado, basicamente, ao auxílio de excepcionais. A instituição possui instalações e equipamentos ineficientes e obsoletos e, praticamente, não realiza manutenção dos mesmos. Devido a esse quadro, a entidade filantrópica possui um uso irracional de energia e como conseqüência, paga por um consumo desnecessário, aumentando ainda mais a sua fatura de energia elétrica.

Constatou-se também a falta de orientação e conscientização dos usuários e colaboradores com relação ao uso adequado e eficiente da energia elétrica, contribuindo ainda mais para o aumento das despesas.

## *1.3 JUSTIFICATIVA*

A necessidade da redução do consumo excessivo de energia na entidade, a intenção da equipe de desenvolver um trabalho voluntário no âmbito social, a diminuição do consumo excessivo de energia da entidade, o possível redirecionamento de valores financeiros decorrentes, além da conscientização dos usuários da APAE e a possibilidade deste trabalho se tornar um modelo para execução de outros diagnósticos energéticos em outras unidades ou mesmo em diferentes entidades filantrópicas, justificam o desenvolvimento deste trabalho.

## *1.4 OBJETIVOS*

### 1.4.1 Objetivo geral

Realizar um diagnóstico energético em uma entidade filantrópica assistencial, neste caso, a APAE – Unidade Santa Felicidade – Curitiba/PR.

### 1.4.2 Objetivos específicos

- Estudar a política energética nacional e os programas de eficiência energética existentes;
- pesquisar as metodologias existentes para a realização de um diagnóstico energético;
- obter informações gerais de entidades filantrópicas e os diferentes usos finais possíveis encontrados nas suas instalações;
- conhecer o funcionamento da APAE;
- analisar o sistema atual e fazer um levantamento de cargas instaladas na APAE;
- coletar dados, realizar estudos e medições em campo nas instalações da associação;
- fazer uma análise da arquitetura bioclimática do local;
- calcular o potencial de conservação de energia das cargas;
- analisar a viabilidade econômica das alternativas que apresentarem um potencial de conservação de energia;
- otimizar a compra de energia elétrica junto à concessionária local – COPEL (Companhia Paranaense de Energia) – por meio de uma análise tarifária;
- elaborar manuais e informativos com dicas de economia de energia para conscientização do uso da energia elétrica (*endomarketing*);
- adequar este trabalho aos moldes de projeto para estar apto a ser apresentado pela APAE na chamada pública do Programa de Eficiência Energética da COPEL nos padrões exigidos pela ANEEL para possível aprovação e execução.

## *1.5 MÉTODO DE PESQUISA*

A descrição da política energética nacional, dos Programas de Eficiência Energética, das metodologias existentes para a realização de projetos de eficiência energética, das entidades filantrópicas e seus usos finais de instalações serão realizados por meio de pesquisas em livros referentes à conservação de energia e eficiência energética, manuais de diagnóstico energético, monografias, dissertações e teses referentes ao assunto, contatos com a concessionária local, catálogos de equipamentos, *sites* da Internet, dentre outros. Dessa mesma maneira, serão desenvolvidos o procedimento de cálculos e a análise de viabilidade econômica da situação proposta.

O conhecimento das instalações, o levantamento de cargas instaladas, a coleta de dados, as medições em campo e a análise da arquitetura bioclimática do local serão feitos por meio de visitas freqüentes nas instalações da APAE de Santa Felicidade.

Para possível otimização da compra de energia junto à concessionária local serão analisadas faturas de energia elétrica e curvas de carga obtidas por um analisador de energia MUG (Medidor Universal de Grandezas) durante dez dias – instalado pela COPEL.

Para conscientizar usuários e colaboradores da APAE serão elaborados e distribuídos pequenos manuais e informativos contendo informações sobre o uso eficiente da energia elétrica (*endomarketing*).

Com o objetivo final de adequar este trabalho aos moldes de projeto para estar apto a ser apresentado pela APAE na chamada pública do Programa de Eficiência Energética da COPEL nos padrões da ANEEL, os critérios utilizados para encontrar o potencial de conservação de energia e a avaliação econômica do projeto serão os existentes no Manual para Elaboração do Programa de Eficiência Energética da ANEEL.

De acordo com a necessidade da equipe, serão realizadas reuniões freqüentes junto à professora orientadora e profissionais da área, com o objetivo de aprimorar o projeto e receber sugestões.

## *1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO*

O trabalho está dividido conforme os capítulos descritos abaixo:

Capítulo 1: Proposta do trabalho

Capítulo 2: Introdução Teórica

- Política energética nacional
- Programas de Eficiência Energética
- Eficiência Energética nos usos finais
- Arquitetura Bioclimática
- Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica
- *Endomarketing*
- Metodologias para Diagnóstico Energético
- Métodos para Análise da Viabilidade Econômica
- Entidades Filantrópicas

Capítulo 3: Caso APAE Santa Felicidade

- Sistema Atual
  - Dados gerais da Entidade
  - Medição Direta
- Situação Proposta
  - Potencial de Conservação
  - Viabilidade Econômica
- Análise Tarifária

Capítulo 4: Conclusão

Referências

Glossário

Apêndice A: Manual de Eficiência Energética

Apêndice B: Informativo “Como economizar energia elétrica?”

Apêndice C: Projeto de Eficiência Energética

# CAPÍTULO 2 - INTRODUÇÃO TEÓRICA

## *2.1 POLÍTICA ENERGÉTICA NACIONAL*

### 2.1.1 Histórico energético nacional

A questão energética é cada vez mais vital para um país, pois a energia é um insumo fundamental que garante o seu desenvolvimento sócio-econômico. Isso se comprova com as atuais disputas geopolíticas que são conseqüências de questões diretamente ligadas aos combustíveis fósseis (FIEP, 2006; PROCEL, 2005).

A dinâmica do mercado de energia elétrica não sofre influência apenas do crescimento da economia. Ela também é resultado de vários outros fatores como população, grandes projetos industriais, condições climáticas, dentre outros (MME, s.d. a).

No Brasil, nos anos 80, grandes projetos industriais eletrointensivos entraram em operação. Até o fim dessa década, o modelo de planejamento energético mundial adotado para satisfazer a crescente demanda por energia estava voltado para estratégias de suprimento dos consumidores. Nessa época o setor energético brasileiro investiu consideravelmente em grandes obras de geração de energia a partir de usinas hidrelétricas. Isso deixou o país por alguns anos com sobras de energia elétrica criando-se uma ilusão de que essa energia era ilimitada. Vem dessa época os grandes desperdícios e também as sobras de energia que, paradoxalmente, não assistiam a todas as pessoas (REIS, 2005).

A década de 90 trouxe mudanças na estrutura de expansão do mercado do ponto de vista do setor elétrico. Entre elas destacam-se a evolução da indústria nacional em modernização, o uso mais racional da eletricidade e a redução participativa de indústrias eletrointensivas, que não demonstraram grande progresso nesse período.

Com a implantação do Plano Real na década de 90, somada à abertura econômica iniciada, o Brasil se viu obrigado a atravessar um período de grandes adaptações: reformas institucionais profundas, modernização dos processos produtivos, busca por maior eficiência e produtividade e crescente terceirização da economia. O perfil do mercado de energia elétrica sofreu influências diretas desses ajustes. A classe industrial apresentou uma queda no crescimento que contrastava com o aumento do crescimento da classe comercial, devido a expansão e modernização do setor de comércio e serviços.

O período de maior destaque dessa década foi de 1995 a 2000, no qual o mercado de energia elétrica cresceu ainda mais. Esse desempenho esteve diretamente ligado aos efeitos do Plano Real, que trouxe estabilização da inflação e da moeda nacional e contribuiu para uma melhoria do nível de renda da população e da distribuição da renda nacional (MME, s.d. a).

Entre 2000 e 2005, o consumo de energia e o crescimento econômico foram influenciados, consideravelmente, pelos efeitos do racionamento de energia elétrica em 2001, que excluiu apenas a região sul.

As classes residencial e comercial apresentaram uma queda no seu consumo. Esse resultado se manteve com o término do racionamento na classe residencial devido aos novos hábitos de consumo adquiridos pela população e ao impacto dos programas governamentais de universalização do atendimento de energia elétrica.

A classe comercial apresentou uma recuperação em ritmo superior ao das demais classes de consumo. Destacou-se por apresentar a maior dinâmica de crescimento ao longo do período (MME, s.d. a).

No setor industrial o racionamento teve impacto sobre a produção, pois foram estipuladas metas limites de consumo. Redução na produção, perda de faturamento, demissão de empregados e sobretaxas foram os principais efeitos secundários do racionamento de energia elétrica. Porém, a maioria das empresas não sofreu grandes choques com a crise de abastecimento energética do país. Grande parte delas conseguiu cumprir o plano de redução de consumo de energia elétrica. Para

alcançar essa meta, a principal medida adotada foi a aquisição de equipamentos mais eficientes (CNI, 2002).

As distribuidoras de energia elétrica foram afetadas diretamente, já que o racionamento impactou negativamente no volume de energia comercializada. Como forma de compensar a perda de receita das distribuidoras por causa do racionamento, foi estabelecida a Medida Provisória n.º 14, de 21 de dezembro de 2001, posteriormente convertida na Lei n.º 10.438 de 26 de abril de 2002, a qual instituiu a obrigação de pagamento da RTE (Recomposição Tarifária Extraordinária). Desse modo, houve o repasse de custos das distribuidoras de energia elétrica para as tarifas públicas. No mercado cativo, as tarifas residenciais tiveram um aumento de 2,9%, enquanto as demais (comercial e industrial) sofreram elevação de 7,9% (ANEEL, 2002 a).

### 2.1.2 A utilização eficiente da energia elétrica

Em 2001, diante da necessidade de redução de consumo devido ao racionamento, houve um significativo avanço na difusão do combate ao desperdício e conservação de energia elétrica. O mercado começou a focar a eficiência energética e a sociedade deixou de ser indiferente ao consumo e gasto irracional da energia e passou a compreender, um pouco mais, os benefícios provenientes da sua conservação. Desde então, houve uma valorização considerável da eficiência energética no país.

A conservação de eletricidade reduz ou mesmo posterga investimentos voltados à expansão da potência instalada, sem prejudicar a qualidade dos serviços prestados aos usuários finais. A eficiência energética é uma alternativa, de baixo custo e curto prazo de implementação, capaz de reduzir custos e impactos ambientais, diminuindo a necessidade de subsídios governamentais para promoção de tecnologias limpas. Em alguns casos, políticas e ações simples como mudanças de hábitos, por exemplo, promovem significativas economias (MME, s.d. a).

Mesmo depois de inúmeras ações preventivas e corretivas incorporadas principalmente após o racionamento de 2001, o Brasil ainda apresenta um potencial de conservação significativo (MME, s.d. a).

É importante rever o setor energético dentro de uma visão abrangente, que aborde tanto questões setoriais específicas como também questões sobre desenvolvimento, eqüidade e impactos ambientais (REIS, 2005).

Se por um lado, grande parte da população mundial não tem acesso às inúmeras formas de energias comerciais, por outro, quase 60% da energia primária não chega até o consumidor final devido às perdas em geral. Parte dessa energia perdida é resultado das próprias leis físicas. Outra grande parcela é relacionada à ineficiência de equipamentos e ao uso indevido de energia pela própria sociedade (REIS, 2005).

São três os programas nacionais de eficiência energética:

- PROCEL – foi criado em dezembro de 1985 pelo Ministério de Minas e Energia e da Indústria e Comércio e é coordenado pela Eletrobrás. O programa promove ações com base na eliminação de desperdícios, conservação e uso racional de energia elétrica. Sua missão é “promover a eficiência energética, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida da população e eficiência dos bens e serviços, reduzindo os impactos ambientais” (ELETROBRÁS, 2003a). O PROCEL possui várias áreas de atuação, participa na elaboração de leis, estimula pesquisas, trabalhos educacionais e projetos com base na conservação de energia, difunde informações que visam as medidas de conservação de energia e incentiva desenvolvimento de novas tecnologias (REIS, 2005).
- PBE (Programa Brasileiro de Etiquetagem) - atua por meio de etiquetas informativas, com o objetivo de alertar o consumidor quanto a eficiência energética dos principais eletrodomésticos nacionais. O PBE é decorrente do Protocolo firmado em 1984 entre o então MIC (Ministério da Indústria e do Comércio) e a ABINEE (Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica), com a interveniência do MME (Ministério das Minas e Energia) (INMETRO, s.d.).
- CONPET (Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural) - atua nas áreas de etiquetagem e transporte de

cargas e passageiros. Foi implementado pelo MME em 1991 e é coordenado pela Petrobrás. Tem como objetivo incentivar o uso eficiente do petróleo e do gás natural como fontes de energia não-renováveis (CONPET, s.d.).

Outro programa nacional, porém com seu foco direcionado a fontes alternativas de energia, é o PROINFA (Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica). O programa teve uma importância considerável durante o período de racionamento. Foi criado em 26 de abril de 2002 e é coordenado pelo MME. Seu principal objetivo é diversificar a matriz energética brasileira e buscar soluções utilizando energias renováveis, garantindo maior confiabilidade e segurança no fornecimento de energia. O programa prevê o aumento da participação de energia elétrica advindas de fontes renováveis no SIN (Sistema Integrado Nacional).

Além disso, existem os programas de eficiência energética das concessionárias distribuidoras (MME, s.d. b).

Atualmente, há um maior interesse em tornar a eficiência energética parte decisiva da política energética nacional por meio de uma maior participação de programas nacionais de conservação de energia, incentivos ao desenvolvimento de novas tecnologias mais eficientes e apoio a programas que promovam mudanças de hábitos de consumo (PROCEL, 2005). O grande desafio é realizar as escolhas que preservem as gerações futuras, promovam a prosperidade e a eqüidade social (FIEP, 2006).

### 2.1.3 Barreiras ao avanço da eficiência energética

Embora exista consciência e conhecimento sobre os benefícios resultados da conservação de energia, há muitas barreiras que dificultam a evolução de níveis de eficiência energética.

Segundo (REIS, 2005), existem barreiras técnicas e econômicas, barreiras relacionadas aos produtores, distribuidores e fabricantes de equipamentos, barreiras associadas aos consumidores e barreiras sociais, políticas e institucionais.

#### *2.1.3.1 Barreiras técnicas e econômicas*

**Custos e incertezas relacionados a novas tecnologias:** Uma das dificuldades está relacionada ao alto custo de tecnologias mais eficientes, que são ainda mais caras quando comparadas com outras. Outro problema está na falta de credibilidade dessas novas tecnologias.

**Falta de recursos para avanços tecnológicos:** Há ainda pouco investimento em pesquisa e desenvolvimento nessa área. Essa falha é mais evidente nos países em desenvolvimento.

**Custos relacionados à promoção da eficiência energética e do uso de fontes alternativas:** Para que haja interesse dos diversos setores da economia em programas que visam a eficiência energética, são necessários dados do potencial de conservação e as vantagens econômicas que medidas de conservação de energia proporcionam. Essas informações advêm de órgãos técnicos responsáveis, e a alocação de recursos referentes a programas de eficiência energética resulta de decisões políticas e comprometimento empresarial.

#### *2.1.3.2 Barreiras relacionadas aos produtores, distribuidores e fabricantes de equipamentos*

**Dilema dos fornecedores:** Uma parcela do lucro das concessionárias depende do consumo de energia. Dessa maneira, pode-se encontrar uma certa resistência por parte das distribuidoras em investir em conservação de energia. Por outro lado, se as tarifas fossem estabelecidas em custos marginais, a diminuição das perdas na distribuição e a diminuição de demanda resultariam em lucro para a concessionária. E com o aumento constante de demanda, aumentaria o interesse das distribuidoras na conservação da energia.

**A centralização da geração:** A centralização da geração de energia em grandes usinas implica em perdas nas linhas e investimentos em transmissão, pois normalmente elas encontram-se distantes do centro consumidor. Na tentativa de diminuir perdas são utilizadas unidades geradoras descentralizadas mais próximas aos consumidores, como as PCHs (Pequenas Centrais Hidrelétricas).

**A resistência à eficiência:** Normalmente, a fabricação de produtos mais eficientes é mais cara. Dessa maneira, muitas vezes são fabricados equipamentos mais baratos e ineficientes. Para combater esse quadro existem incentivos ao processo de etiquetagem, que visa classificar o desempenho dos equipamentos.

#### *2.1.3.3 Barreiras relacionadas aos consumidores*

**A falta de informação:** Ainda que a questão da eficiência energética tenha tomado proporções consideráveis, grande parte da população ainda utiliza a energia de maneira irracional. Isso pode ser contornado caso se tornasse um assunto de importância pública.

**Dificuldades de investimentos iniciais para camadas mais baixas da população:** As classes de baixa renda devem ter atenção diferenciada, pois abrangem uma grande população e não possuem condições de ter acesso às tecnologias mais eficiente por si só.

**A indiferença:** Esse problema é conseqüência de uma energia barata e que atende à demanda. A fim de reverter essa situação, devem-se estabelecer preços realistas para as energias finais, incentivando as medidas de conservação de energia.

**A falta de apoio:** Muitas vezes a barreira para a conservação de energia não é o conhecimento técnico ou mesmo a motivação. O problema pode surgir quando há dificuldade na identificação de oportunidades de conservar ou quantificar a energia a ser economizada. Isso poderia ser resolvido com a criação de empresas especializadas em dar mais qualidade ao potencial de redução de consumo de energia elétrica e em incentivar pesquisas sobre a utilização de fontes de energias alternativas.

**A instabilidade econômica:** Os custos e benefícios da conservação de energia dependem dos preços futuros e instáveis da energia. Dessa maneira, os consumidores adiam investimentos nessa área.

#### *2.1.3.4 Barreiras sociais, políticas e institucionais*

**As necessidades humanas básicas das camadas desfavorecidas da população:** As camadas mais baixas da população precisam ser atendidas ao menos em suas necessidades básicas, sendo a eletricidade uma delas. Quando se refere ao acesso dessa grande população à energia elétrica, devem-se considerar conseqüências como a possibilidade desse projeto precisar ser financiado pela sociedade, as mudanças na demanda total de energia, as variações do custo total do sistema de produção e distribuição de energia e, ainda, as implicações no custo que deve ser repassada aos consumidores.

**Compatibilidade das estratégias e políticas energéticas com problemas globais:** Planejamento energético estratégico deve ter como um de seus objetivos a busca da sustentabilidade. As políticas de ação devem dar foco ao uso de fontes renováveis, à utilização de equipamentos mais eficientes, à sinergia de tecnologias que permitam o uso simultâneo de diversos usos finais, às mudanças de gerenciais no setor energético, dentre outros.

### 2.1.4 Matriz Energética nacional – preliminar

O BEN (Balanço Energético Nacional), divulgado anualmente pelo MME, é o estudo do setor energético nacional que apresenta uma longa e completa pesquisa sobre a produção, o consumo e a comercialização da diversidade energética existentes no país (MME, s.d. c).

O cenário energético nacional aqui analisado é referente ao BEN de 2006, ano base de 2005.

Para constituir um breve conhecimento da OIE (Oferta Interna de Energia), foram realizados levantamentos iniciais nos primeiros meses de 2007. Dos levantamentos, pode-se perceber um aumento na demanda total de energia no Brasil para 225,8 milhões de tep (tonelada equivalente de petróleo), se comparada com a de 2005, que corresponde a 2% da energia mundial.

### *2.1.4.1 Energia renovável e não renovável*

Este aumento de demanda total por energia foi verificado devido ao acréscimo na utilização de fontes renováveis, como mostra a TABELA 1. A energia oriunda dessas fontes cresceu em 4,2% contra 2,4% de fontes não renováveis. Assim, a energia renovável representa 44,8% da Matriz Energética Nacional de 2006, contrastando com a média mundial de 13,2% e também com os países que fazem parte da OCDE (Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Econômicos), com 6,1%, como ilustra a FIGURA 1.

TABELA 1 - Quadro resumo da Oferta Interna de Energia

| IDENTIFICAÇÃO | Milhões tep | | 06 / 05 (%) | Estrutura (%) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2005 | 2006 | | 2005 | 2006 |
| NÃO-RENOVÁVEL | 121,3 | 124,4 | 2,4 | 55,6 | 55,1 |
| PETRÓLEO | 84,6 | 85,5 | 1,1 | 38,7 | 37,9 |
| GÁS NATURAL | 20,5 | 21,7 | 5,8 | 9,4 | 9,6 |
| CARVÃO MINERAL | 13,7 | 13,5 | -1,9 | 6,3 | 6,0 |
| URÂNIO U308 | 2,5 | 3,7 | 43,2 | 1,2 | 1,6 |
| RENOVÁVEL | 97,3 | 101,5 | 4,2 | 44,5 | 44,9 |
| ENERGIA HIDRÁULICA | 32,4 | 33,5 | 3,3 | 14,8 | 14,8 |
| LENHA | 28,5 | 28,1 | -1,4 | 13,0 | 12,4 |
| PRODUTOS DA CANA-DE-AÇÚCAR | 30,1 | 33,0 | 9,6 | 13,8 | 14,6 |
| OUTRAS RENOVÁVEIS | 6,3 | 6,9 | 8,9 | 2,9 | 3,0 |
| TOTAL | 218,7 | 225,8 | 3,2 | 100,0 | 100,0 |

Fonte: MME, s.d. c

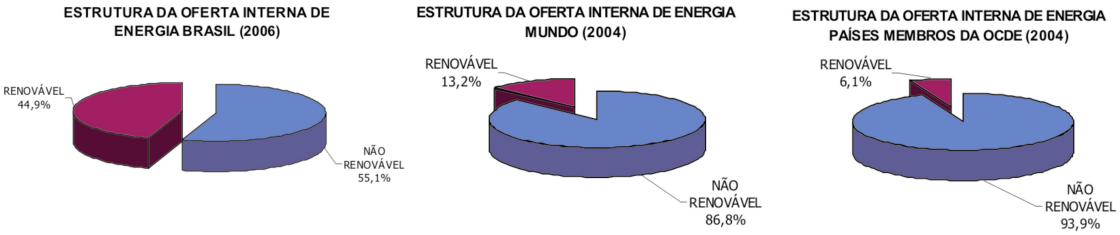

ESTRUTURA DA OFERTA INTERNA DE ENERGIA BRASIL (2006)
RENOVÁVEL 44,9%
NÃO RENOVÁVEL 55,1%
ESTRUTURA DA OFERTA INTERNA DE ENERGIA MUNDO (2004)
RENOVÁVEL 13,2%
NÃO RENOVÁVEL 86,8%
ESTRUTURA DA OFERTA INTERNA DE ENERGIA PAÍSES MEMBROS DA OCDE (2004)
RENOVÁVEL 6,1%
NÃO RENOVÁVEL 93,9%

FIGURA 1 – Fontes renováveis e não renováveis

Fonte: MME, s.d. c

Em 2007, a energia hidráulica e eletricidade contribuem com 14,8% do total da oferta interna de energia. Ainda é a maior demanda por energia renovável. O uso da lenha sofre uma baixa. Já os produtos energéticos resultantes da cana contribuem com 14,6% da Matriz Energética Brasileira, em 2006, conforme a FIGURA **2**.

A tendência atual é reduzir naturalmente o uso da lenha como fonte de energia. No setor residencial, a lenha perde espaço devido à sua substituição por gás liquefeito de petróleo e por gás natural na cocção de alimentos. Na indústria, a modernização e industrialização pedem energias mais eficientes. No Brasil, houve uma substituição considerável da lenha por derivados de petróleo.

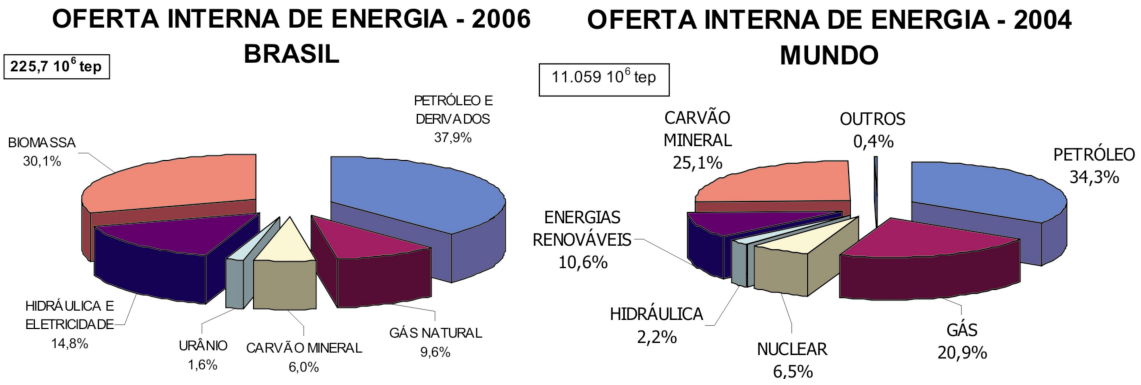



FIGURA 2 – Fontes energéticas em geral

Fonte: MME, s.d. c

A biomassa ganha certa atenção nos países desenvolvidos, pois passa de um uso muito pouco representativo, 2,3% em 1973, para aproximadamente o dobro de sua participação na matriz energética, 4% em 2004, o que pode refletir a preocupação em diminuir as emissões de poluentes atmosféricos.

Comparativamente, o Brasil emite cerca de 1,57 toneladas de $CO_2$ por tep da OIE, enquanto os países da OCDE entregam 2,37 toneladas de $CO_2$ por tep para a atmosfera, ou seja, 51% a mais. Isso se explica devido a grande participação de energia hidráulica e ao uso representativo de biomassa no Brasil.

O gás natural se destaca pela sua alta taxa de crescimento na matriz energética, praticamente triplicando sua participação de 1998 a 2006, atingindo negativamente os derivados de petróleo.

O crescimento pouco significativo dos derivados de petróleo, somado a um menor consumo de carvão mineral, indica uma queda na participação de energia não renovável na matriz energética nacional.

De 2004 a 2006, o Brasil mostrou contínuas reduções no índice de dependência externa global de energia em função de aumentos constantes na produção do gás natural e do petróleo.

#### *2.1.4.2 Comparações internacionais da Oferta Interna de Energia*

No período de 1973 a 2004, a matriz energética nacional e mundial sofreram significativas mudanças. No Brasil, a energia hidráulica tomou um lugar de destaque, seguida pelo gás natural. Já nos países da OCDE, a energia nuclear cresceu consideravelmente, também acompanhada pelo gás natural.

O crescimento do preço do petróleo, em 1973 e 1979, explica a constante busca por outras formas de energia. No Brasil, o petróleo atinge o seu pico máximo de participação no ano de 1979.

Entre 1973 e 2006, há uma redução mundial no uso do petróleo e derivados, e o Brasil parte em busca de outras formas energéticas viáveis. Nesse momento, se destacam a hidroeletricidade e o uso de derivados da cana (álcool combustível). A TABELA 2 apresenta esse período.

TABELA 2 – Oferta Interna de Energia (%)

| IDENTIFICAÇÃO | BRASIL | | OECD | | MUNDO | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1973 | 2006 | 1973 | 2004 | 1973 | 2004 |
| PETRÓLEO E DERIVADOS | 45,6 | 37,9 | 53,1 | 40,7 | 45,0 | 34,3 |
| GÁS NATURAL | 0,4 | 9,6 | 18,8 | 22,1 | 16,2 | 20,9 |
| CARVÃO MINERAL E DERIVADOS | 3,1 | 6,0 | 22,4 | 20,4 | 24,9 | 25,1 |
| URÂNIO (U308) E DERIVADOS | 0,0 | 1,6 | 1,3 | 10,6 | 0,9 | 6,5 |
| HIDRÁULICA E ELETRICIDADE | 6,1 | 14,8 | 2,1 | 2,0 | 1,8 | 2,2 |
| BIOMASSA | 44,8 | 30,1 | 2,3 | 4,2 | 11,2 | 11,0 |
| TOTAL | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

Fonte: MME, s.d. c

### *2.1.4.3 Matriz de oferta de energia elétrica*

Comparativamente a 2005, há um crescimento de 4% na oferta de energia elétrica no ano de 2006. Isso significa um montante de 459,6 TWh, incluindo geração de autoprodutores e importação líquida com, respectivamente, 41,7 TWh (9,1% de participação) e 41,1 TWh (9,0%).

A energia nuclear apresentou o maior acréscimo na geração, seguida pela geração a carvão mineral e a biomassa. Por outro lado, houve diminuição nas gerações de gases industriais, derivados de petróleo e gás natural. Esse quadro nacional, encontra-se na TABELA 3.

Na FIGURA 3, pode-se observar que a energia hidráulica ainda predomina na matriz de oferta de energia elétrica, representando 84,7% do total, incluindo a importação. Em segundo lugar encontra-se a geração a gás natural, com 4,0% e a biomassa aparece na seqüência, com 3,3% de participação.

TABELA 3 – Matriz de oferta de energia elétrica (GWh)

| FONTES | 2005 | 2006 | 06 / 05 (%) |
|---|---|---|---|
| TOTAL | 441.980 | 459.631 | 4,0 |
| HIDRO | 337.457 | 347.820 | 3,1 |
| NUCLEAR | 9.855 | 13.769 | 39,7 |
| GÁS NATURAL | 18.811 | 18.547 | -1,4 |
| CARVÃO MINERAL | 6.863 | 8.500 | 23,9 |
| DERIVADOS DE PETRÓLEO | 11.722 | 10.888 | -7,1 |
| BIOMASSA | 14.042 | 15.211 | 8,3 |
| GÁS INDUSTRIAL | 4.188 | 3.741 | -10,7 |
| IMPORTAÇÃO | 39.042 | 41.155 | 5,4 |

NOTAS: (a) inclui autoprodutores - 41,7 TWh
(b) biomassa inclui 236 GWh de eólica

Fonte: MME, s.d. c

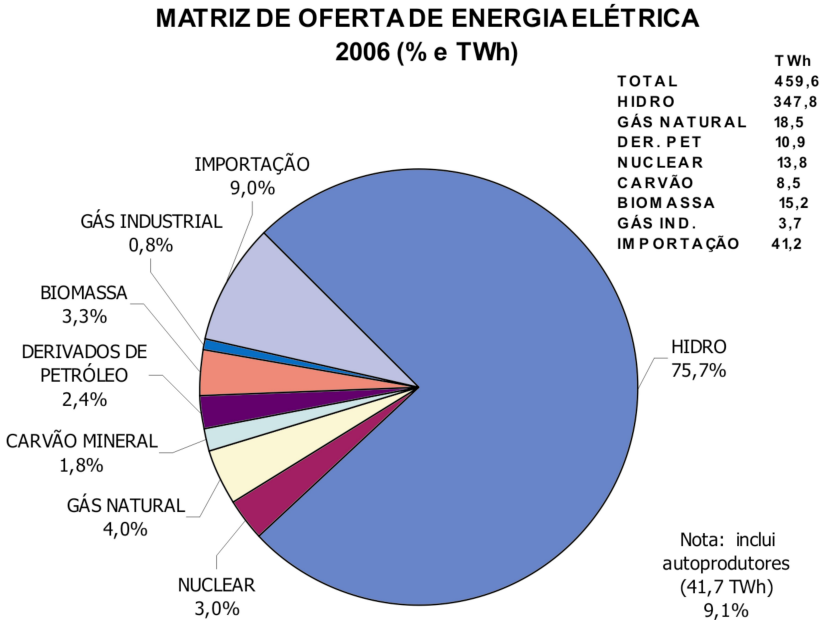



FIGURA 3 – Matriz de oferta de energia elétrica

Fonte: MME, s.d. c

As perdas na distribuição correspondem 15,2% da matriz sendo 84,8% o consumo final, que se decompõe em 46,7% no uso industrial, 22,0% no uso residencial, 23,0% no uso comercial e público e 8,2% no uso em outros setores.

Houve um acréscimo de 3.935 MW na capacidade instalada de geração elétrica, o que resulta em 96,9 GW instalados no fim de dezembro de 2006. A capacidade de oferta de energia elétrica soma 105,1 GW, se incluído os 8,2 GW de importação.

Em relação ao mundo, o Brasil tem uma grande participação da energia hidráulica na sua Matriz de Oferta de Energia Elétrica, 85% contra um pouco mais de 16%, como mostra a FIGURA 4. Isso explica a baixa participação do Brasil na geração a energia nuclear, a gás natural e a carvão mineral.

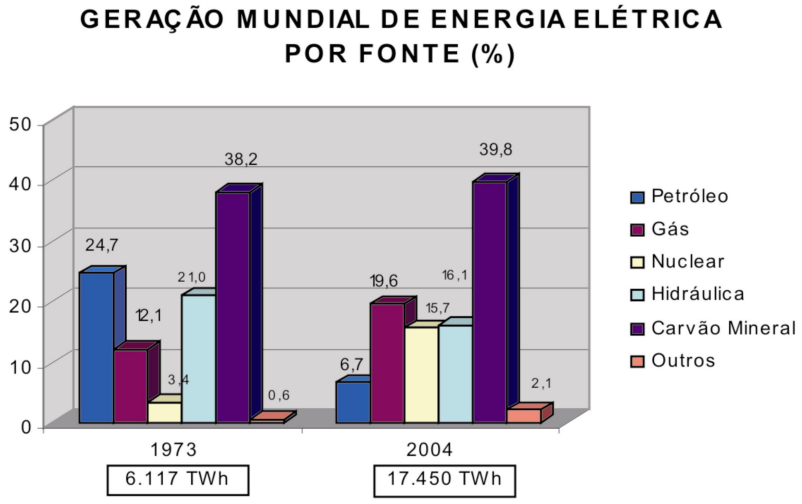



FIGURA 4 – Geração mundial de energia elétrica

Fonte: MME, s.d. c

### 2.1.5 Projeções

Para elaborar projeções do consumo de energia elétrica é imprescindível avaliar o potencial de conservação e o panorama de aumento de eficiência energética da economia, bem como as respectivas metas de conservação e eficiência e as políticas propostas para alcançá-las (MME, s.d. a).

O MME, responsável pela concepção e implementação de políticas para o Setor Energético, em consonância com as diretrizes do CNPE (Conselho Nacional de Políticas Energéticas), é responsável pelo resgate da prática efetiva do planejamento de longo prazo do setor elétrico, por meio de estudos, dos quais se

destacam o PDEE 2006-2015 (Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica) e o PDN 2030 (Plano Nacional de Energia) (MME, s.d. a; MME, s.d. d).

#### *2.1.5.1 Projeções do Ministério de Minas e Energia - MME*

Segundo o PDEE, no período de 2005 a 2015 as classes residencial e comercial são as que apresentarão maiores crescimentos médios anuais, com a comercial um pouco a frente. Por outro lado, outras classes perderão participação, sendo a industrial aquela que mais sofrerá redução.

O consumo comercial apresentará a dinâmica de maior crescimento no horizonte de projeção. Assim, poderá afirmar que as economias em fase de desenvolvimento nacionais acompanharão a tendência mundial, na qual o setor de serviços passará a dominar a geração da riqueza (MME, s.d. a).

#### *2.1.5.2 Projeções do Fundo Mundial para a Natureza - WWF*

Segundo a (WWF, 2006), as fontes e tecnologias de energia limpa e sustentável conhecidas e disponíveis hoje são suficientes para satisfazer a demanda energética global projetada para 2050 e, ao mesmo tempo, deter o aquecimento global. Porém, as decisões necessárias devem ser tomadas nos próximos cinco anos para adotar as soluções mais adequadas.

Para desenvolver uma visão energética em 2050, foram revisadas e classificadas diferentes fontes de energia sustentável conforme seus impactos ambientais, aceitação social e custos econômicos.

A adoção de ações de eficiência energética é prioridade, com destaque nos países em desenvolvimento, onde há um grande índice de ineficiência. Resultados dessas medidas que focam uma maior eficiência serão vistos a partir de 2015, enquanto as energias renováveis impactam um pouco mais tarde.

No ano de 2020, haverá um crescimento significativo da energia renovável. Entre 2020 e 2025, as medidas de eficiência energética vão atender o crescimento

da demanda energética. Por volta de 2040, a produção de eletricidade renovável torna-se restrita e o crescimento da produção e distribuição de hidrogênio permite que a energia renovável seja tanto armazenada quanto utilizada para usos finais (WWF, 2006).

#### *2.1.5.3 Projeções da Federação das Indústrias do Estado do Paraná - FIEP*

Existe a perspectiva da Idade do Petróleo terminar em vinte anos. Não pelo risco de escassez do combustível, mas pela fragilidade que gera nas economias mundiais, pela incapacidade do planeta de processar as emissões de carbono e pelo agravamento dos conflitos geopolíticos.

Segundo o Xeque saudita Zaki Yamani: “A Idade da Pedra acabou e não por falta de pedras, e a Idade do Petróleo terminará em breve e não por falta de petróleo” (FIEP, 2006).

## *2.2 PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA*

### 2.2.1 A ANEEL e a eficiência energética

A ANEEL, atrelada ao MME, foi criada pela Lei 9.427, de 26 de dezembro de 1996 e regulamentada pelo Decreto 2.335, de 6 de dezembro de 1997. Ela tem a função de fazer a fiscalização e a regulação da comercialização, geração, transmissão, distribuição da energia elétrica; atender às exigências dos agentes e consumidores; interceder nas subversões entre os agentes do setor elétrico e entre eles e os consumidores; assegurar que as tarifas sejam justas; autorizar e ceder instalações e serviços de energia; cuidar da qualidade do serviço realizado; ordenar investimentos; garantir a universalização dos serviços e estimular a concorrência entre os operadores.

Segundo a ANEEL, sua missão é “proporcionar condições favoráveis para que o mercado de energia elétrica se desenvolva com equilíbrio entre os agentes e em benefício da sociedade”.

O contrato de concessão consolidado entre as empresas concessionárias do serviço público de distribuição de energia elétrica e a ANEEL estabelece obrigações e encargos. Uma das obrigações dessas concessionárias é a aplicação anual do montante mínimo de 1% da sua receita operacional líquida em ações que tenham a finalidade de combater o desperdício de energia elétrica (ANEEL, s.d. a; ANEEL, s.d. b).

### 2.2.2 Legislação

As diretrizes para a elaboração de Programas estão definidas nas leis e resoluções específicas para eficiência energética listadas a seguir.

#### *2.2.2.1 Resolução 334, de 2 de dezembro de 1999*

Esta resolução autoriza as concessionárias de serviço público de energia elétrica a desenvolverem projetos com o objetivo de melhorar o fator de carga das unidades consumidoras (ANEEL, 1999).

#### *2.2.2.2 Lei 9.991, de 24 de julho de 2000*

A lei descreve sobre a realização de investimentos em eficiência energética e pesquisa e desenvolvimento pelas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica. Elas ficam obrigadas a aplicar, anualmente, o montante de, no mínimo, 0,75% de sua receita operacional líquida em pesquisa e desenvolvimento do setor elétrico e, no mínimo, 0,25% em programas de eficiência energética no uso final (ANEEL, 2000 a).

#### *2.2.2.3 Resolução 394, de 17 de setembro de 2001*

Ela estabelece critérios para que os recursos em projetos que visam combater o desperdício de energia elétrica sejam aplicados. Prevê a aplicação anual de, no mínimo, 0,50% da receita operacional líquida (ROL) no desenvolvimento de projetos objetivando incrementar a eficiência no uso final de energia elétrica (ANEEL, 2001).

#### *2.2.2.4 Resolução 492, de 3 de setembro de 2002*

Esta resolução dita sobre os critérios para a aplicação de recursos em PEE (Programas de Eficiência Energética) pelas concessionárias e permissionárias do serviço público de distribuição de energia elétrica. Estabelece o dia 31 de dezembro como prazo para a aplicação do valor de 0,50% da receita operacional líquida (ROL) em projetos de eficiência energética (ANEEL, 2002 b).

#### *2.2.2.5 Resolução 176, de 28 de novembro de 2005*

A resolução estabelece os critérios para a aplicação de recursos em programas de eficiência energética, entre os quais resolve que a partir de 1º de janeiro de 2006 a concessionária ou permissionária deverá aplicar, anualmente, no mínimo, 0,25% de sua receita operacional líquida no desenvolvimento de projetos objetivando incrementar a eficiência no uso final de energia elétrica (ANEEL, 2005b).

Também aprova o manual a ser utilizado pelas concessionárias e permissionárias do serviço público de distribuição de energia elétrica. (ANEEL, 2005 b).

#### *2.2.2.6 Lei 11.465, de 28 de março de 2007*

Esta lei faz a alteração dos incisos I e III do caput do art. 10 da Lei 9.991, de 24 de dezembro de 2000, prorrogando até 31 de dezembro de 2010, a obrigação das concessionárias e permissionárias de serviços públicos de distribuição de energia elétrica aplicarem, no mínimo, 0,50% de sua receita operacional líquida em

Programas de Eficiência Energética no uso final e 0,50% em pesquisa e desenvolvimento (ANEEL, 2007).

### 2.2.3 Manual para Elaboração do Programa de Eficiência Energética da ANEEL

O Manual do Programa de Eficiência Energética é um guia que contém metodologias direcionadas às concessionárias e permissionárias do serviço público de distribuição de energia elétrica para a implementação do Programa de Eficiência Energética das mesmas (ANEEL, 2005 a).

No manual são determinadas a estrutura e a apresentação do texto e quais devem ser os critérios para a avaliação econômica, acompanhamento e aprovação do projeto. Também são definidos os possíveis recursos empregados para a preparação do PEE, os diferentes tipos de projetos a serem realizados e a técnica que deve ser utilizada para a contabilização dos custos.

Para elaboração de projetos do tipo comercial/serviços o manual apresenta um roteiro básico constituído pelas etapas descritas a seguir (ANEEL, 2005 a):

- **objetivo:** os objetivos do projeto devem ser descritos destacando os que enfatizam a eficiência energética;
- **descrição/detalhamento:** identificação das unidades consumidoras, descrição do pré-diagnóstico e do diagnóstico energético, detalhamento do projeto executivo, implementação de medidas de eficiência energética, avaliação dos resultados obtidos;
- **avaliação:** os resultados estimados da economia de energia e da redução de demanda na ponta, juntamente com os valores efetivamente obtidos devem ser apresentados na proposta para avaliação;
- **abrangência:** o local que será favorecido pelo projeto deverá ser cuidadosamente detalhado, assim como as pessoas beneficiadas;

- **metas e benefícios:** as metas relacionadas ao projeto proposto, ou seja, a economia conservada e a demanda retirada da ponta, devem ser descritas no pré-diagnóstico ou diagnóstico realizado;
- **metodologia de cálculo das metas:** as metas são detalhadas para cada uso final e as características técnicas dos equipamentos por tipo de sistema e os cálculos dos resultados esperados devem ser detalhados;
- **cálculo da RCB (Relação Custo-Benefício do projeto):** esse cálculo deve ser feito conforme o item 2.8.4.4;
- **prazos e custos:** apresentar tabela Custo por Categoria Contábil e Origem dos Recursos conforme explicitado no manual, cronogramas físico e financeiro e memória de cálculo dos Custos Totais a partir dos custos unitários de equipamentos e de mão-de-obra (da própria concessionária e de terceiros);
- **acompanhamento**: esta etapa deve ser indicada nos cronogramas.

Para analisar se as medidas propostas nos projetos apresentam-se viáveis ou não utiliza-se o método dos custos evitados, descritos no item 2.8.4.

### 2.2.4 A eficiência energética no ano de 2007

Atualmente há muitos Programas de Eficiência Energética sendo desenvolvidos por diversas concessionárias do país, neste tópico serão apresentadas informações sobre muitos deles.

#### *2.2.4.1 Notícias*

Durante o ano de 2007, ano de desenvolvimento deste projeto, procurou-se acompanhar as notícias que foram publicadas nos meios de comunicação referentes à eficiência energética. A seguir, encontram-se resumidas as principais informações divulgadas.

**BNDES: Incentivo à eficiência energética e co-geração**

Se por um lado existem críticas relacionadas à oferta de energia, por outro o governo procura se preocupar com o consumo de eletricidade. O BNDES auxiliará a aquisição de equipamentos mais eficientes em uma ação conjunta com o MME e a Casa Civil.

O governo pretende incentivar a conservação de energia elétrica no setor industrial e residencial, além de estimular a co-geração facilitando a comercialização do excedente energético de indústrias para as distribuidoras.

Para tal, o banco possui uma linha conhecida como PROESCO (Programa de Apoio a Projetos de Eficiência Energética), cujo objetivo é prever financiamento na compra de equipamentos (Canal Energia, 2000).

**ANEEL: Novas resoluções nas áreas de eficiência energética e P&D**

A ANEEL pretende apresentar duas novas resoluções para as áreas de eficiência energética e pesquisa e desenvolvimento.

Na eficiência energética, a principal alteração se baseia no fim dos ciclos anuais de investimento, já que o objetivo é alcançar uma melhor estabilidade e possibilitar mais flexibilidade às concessionárias. Nesta parte, as empresas não teriam mais a obrigação de fazer a apresentação preliminar dos projetos a ANEEL.

Para pesquisa e desenvolvimento, as mudanças objetivam aprimorar os projetos para que o programa se torne mais comercial, de modo a diminuir a burocracia e enfocar os resultados obtidos.

A princípio, as novas resoluções devem ser aprovadas até dezembro de 2007 (Canal Energia, 2000).

**Programa Luz para Todos**

Segundo o ex-diretor nacional do programa José Ribamar Lobato Santana, este ano o Luz Para Todos visa o atendimento de aproximadamente 2,25 milhões de pessoas que não possuem acesso a eletricidade.

Serão investidos um total de R$ 12,7 bilhões no programa, o qual teve início em 2004 e tem por objetivo levar energia a 10 milhões de pessoas até 2008 (Canal Energia, 2000).

**IV Congresso Brasileiro de Eficiência Energética e Co-Geração de Energia**

O IV Congresso Brasileiro de Eficiência Energética e Co-Geração de Energia foi realizado em São Paulo, nos dias 22 e 23 de maio de 2007. Os principais objetivos foram a divulgação dos benefícios econômicos na adoção de práticas de gestão integrada, além dos ganhos na aquisição de processos e equipamentos mais eficientes considerando o âmbito energético.

No seminário de abertura apresentaram-se cenários e oportunidades em co-geração, geração distribuída e eficiência energética.

Algo importante que também foi apresentado no congresso é a respeito do IPCC (Relatório do Painel Intergovernamental de Mudanças do Clima). Este documento recomenda a redução ou estabilização do consumo de energia elétrica por meio da utilização de equipamentos, lâmpadas e motores eficientes, principalmente no setor industrial (Canal Energia, 2000).

**Eletrobrás: Prêmio para clientes eficientes**

No final de maio a Eletrobrás entregou o Prêmio PROCEL Cidade Eficiente para as cidades que se destacaram no uso eficiente de energia elétrica.

Os prêmios deste ano foram entregues para as seguintes cidades e categorias: Almirante Tamandaré (PR), na categoria Gestão Energética Municipal;

Serra (ES), Iluminação Pública; Ilhabela (SP), Prédios Públicos Municipais; Itanhandu (MG), Educação; e Porto Alegre (RS), vencedora do Prêmio Especial. O objetivo do programa é fazer com que os municípios realizem ações de eficiência energética (Canal Energia, 2000).

**Consulta pública: Eficiência energética em edifícios**

Durante o mês de julho, o MME realizou consulta pública sobre a regulamentação para etiquetagem voluntária do nível de eficiência energética de edifícios públicos, comerciais e de serviços que é baseada na lei 10.295/2001, relativa à Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia (Canal Energia, 2000).

**Prêmios ABRADEE 2007**

Em julho deste ano, no Rio de Janeiro, a ABRADEE (Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica) entregou os Prêmios ABRADEE 2007.

Para empresas com mais de 400 mil consumidores, os indicados foram: AES Sul, CELESC (Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A.), COPEL, CPFL Paulista, CPFL Piratininga e Elektro, sendo esta última a ganhadora. Já para empresas com até 400 mil clientes, os indicados foram: CFLCL (Companhia Luz e Força Cataguazes Leopoldina), CFLO (Companhia Força e Luz do Oeste), Nacional e EDEVP (Empresa de Distribuição de Energia Vale Paranapanema S.A.). Desta categoria, a CFLO assumiu o primeiro lugar.

**II Congresso Brasileiro de Eficiência Energética**

Em meados de setembro deste ano, foi realizado em Vitória o II Congresso Brasileiro de Eficiência Energética pela ABEE (Associação Brasileira de Eficiência Energética) juntamente com o GEE/UFES (Grupo de Eficiência Energética da Universidade Federal do Espírito Santo). Os principais objetivos do congresso são

desenvolver e difundir tecnologias de uso racional de energia e também de discutir a eficiência em diversas áreas.

**Elektro: Programa de Eficiência Energética**

A distribuidora Elektro (SP) investirá em média R$ 6 milhões no Programa de Eficiência Energética no ano de 2007.

Ela pretende implementar o projeto em 330 prédios públicos com o objetivo de reduzir o consumo de energia elétrica em até 15%. Para tal serão realizadas melhorias nos sistemas de refrigeração de ambientes, aquecimento de água e iluminação.

Após a implementação do projeto, a Elektro estima-se uma economia de aproximadamente 6.200 MWh por ano.

Um dos projetos do programa é a melhoria do sistema de iluminação do município de Três Lagoas (MS), no qual foi investido cerca de R$ 86 mil. O projeto consiste na substituição de lâmpadas, luminárias e reatores em dez prédios públicos, o que deve trazer um consumo de 15% de energia e deve ser concluído em dezembro de 2007 (Canal Energia, 2000).

**CEMIG: Prêmio Mineiro de Conservação e Uso Racional de Energia**

Por meio do Prêmio Mineiro de Conservação e Uso Racional de Energia, a CEMIG (Companhia Energética de Minas Gerais) incentiva a conservação e o uso racional da energia nas Indústrias Mineiras. A iniciativa tem a participação também da FIEMG (Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais), da GASMIG (Companhia de Gás de Minas Gerais) e da Efficientia.

Nos projetos são analisadas diferentes modalidades para o prêmio, tais como: Energia Elétrica, Derivados de Petróleo e Gás Natural, Energia Alternativa e Programas de Eficiência Energética da CEMIG.

O prêmio é concedido pela CNI (Confederação Nacional da Indústria) para a empresa que se destacar, conseguindo resultados significativos em relação à preservação e conservação do patrimônio ecológico (Canal Energia, 2000).

**CEMIG: Eficiência energética em comunidades carentes**

O projeto Conviver da CEMIG tem o objetivo de orientar os consumidores sobre a forma mais eficiente e segura do uso da energia elétrica.

Os moradores de comunidades carentes recebem um kit contendo lâmpadas fluorescentes compactas, recuperador de calor e chuveiro elétrico compatível, fiação, interruptores e receptáculos, além de refrigeradores eficientes. Com a distribuição dos kits, a CEMIG espera reduzir inadimplência, ligações clandestinas e o consumo irregular de energia elétrica. A companhia investirá R$ 21,5 milhões no projeto. (Canal Energia, 2000).

**CEMIG: Sistemas de aquecimento solar**

Até o final do ano a CEMIG instalará aproximadamente 1950 sistemas de aquecimento solar em casas populares construídas pela Cohab-MG, com consumo médio de 150 kWh/mês. Os equipamentos são doados pela CEMIG e substituem principalmente os chuveiros elétricos.

Segundo a distribuidora, com o novo sistema o consumo das famílias apresentará uma redução de 52 kWh por mês, o que representa cerca de 40% de economia no consumo total de energia do cliente (Canal Energia, 2000).

**CEEE: Programa Casa Iluminada**

No final de abril deste ano o governo do Rio Grande do Sul e a CEEE (Companhia Estadual de Energia Elétrica - RS) lançaram o Programa Casa Iluminada. A iniciativa, que faz parte do programa de eficiência energética da CEEE,

pretendia distribuir 278.782 lâmpadas fluorescentes para 147.107 consumidores de baixa renda. O programa trocou lâmpadas incandescentes de 60 W pelas lâmpadas fluorescentes de 15 W com o selo do PROCEL (Canal Energia, 2000).

No início de agosto deste ano, o Programa Casa Iluminada da CEEE ciclo 2005/2006 foi concluído. O programa distribuiu aproximadamente 245 mil lâmpadas fluorescentes compactas 15 W. Isso abrangeu 122.500 consumidores com consumo entre 31 e 79 kWh dos 72 municípios que fazem parte da área de concessão da concessionária.

**CEEE: Substituição de lâmpadas incandescentes em postos de saúde**

No final de setembro do presente ano a CEEE (RS) entregou 87 lâmpadas fluorescentes para serem instaladas em postos de saúde de Santo Antônio da Patrulha (RS).

**CEEE: Reluz**

A Eletrobrás e a CEEE (RS) firmaram um contrato para substituir 82 mil pontos de iluminação pública em Porto Alegre (RS) por meio do Programa Nacional de Iluminação Pública Eficiente (Reluz). Com investimentos de aproximadamente R$ 26 milhões, a parceria estimou economizar 36 mil MWh por ano. Os equipamentos seriam substituídos por outros de tecnologia mais eficiente, com lâmpadas à vapor de sódio.

**TCU: Obstáculos para implementação do Reluz**

O programa de modernização e eficientização de iluminação pública, conhecido como Reluz, encontrou obstáculos para implementar seus projetos. Isso se deu devido à determinação do TCU (Tribunal de Contas da União) de que antes de repassar os recursos às distribuidoras a Eletrobrás precisa obter autorização da

Secretaria do Tesouro Nacional, que comprova a eligibilidade do município. Dessa maneira, 300 municípios de todo o Brasil ficaram fora do programa.

De 2000 a 2006, a economia de energia chegou a 713 GWh por ano, e a demanda apresentou uma redução de 164 MW. No primeiro semestre de 2007, o Reluz completou a substituição de aproximadamente dois milhões de pontos de iluminação pública por mais eficientes em todo o país, totalizando 1.264 municípios contemplados. Os investimentos chegaram a R$ 387 milhões.

Segundo a Eletrobrás, o Reluz tem como meta atingir 1.277 GWh/ano de economia de energia e chegar a cinco milhões de pontos de iluminação pública até 2010 (Canal Energia, 2000).

**CELG: Projeto de substituição de chuveiros por coletores solares**

Em abril deste ano, a CELG (Companhia Energética de Goiás) implantou o projeto de substituição de chuveiros elétricos por coletores solares em Itumbiara.

Em agosto, foram entregues coletores solares para famílias de baixa renda no município de Senador Canedo. Além delas, mais outras quatro cidades receberam os coletores solares, gerando um benefício para 2.500 famílias.

A CELG totalizou 475 coletores solares entregues para as famílias. O investimento foi de R$ 1,2 milhão e o projeto prevê uma economia de 322 MWh/ano.

Segundo a companhia, o equipamento substitui o chuveiro elétrico e é capaz de fornecer 200 litros de água aquecida por dia. Cada equipamento tem o custo de R$ 2,5 mil a CELG.

**Light: Investimentos de eficiência energética em hospitais**

A concessionária Light (RJ) investiu R$ 2,5 milhões no sistema de iluminação e refrigeração do Hospital Municipal Souza Aguiar. Ela utilizou a verba para trocar equipamentos antigos por outros mais eficientes e substituiu luminárias e lâmpadas

por outras mais econômicas. Estima-se uma economia de aproximadamente 30% nas faturas de energia elétrica.

A Light está investindo nos mesmos usos finais acima citados: no Hospital dos Servidores do Estado, no Salgado Filho, no Rocha Faria, no Instituto Nacional do Câncer e na Santa Casa de Barra Mansa. (Canal Energia, 2000).

**Light: Projetos de eficiência energética em edifícios comerciais**

A distribuidora Light (RJ) firmou contrato com dois edifícios comerciais no Rio de Janeiro para o desenvolvimento de projetos de eficiência energética. O investimento previsto é de aproximadamente R$ 3,5 milhões, sendo que a parcela de contribuição da Light para cada condomínio é de R$ 500 mil.

Os projetos prevêem a troca dos *chillers* — máquina de refrigeração de ar de grande escala — em ambos os prédios, o Centro Empresarial Rio e o Edifício Cândido Mendes. A distribuidora espera atingir economia de 20% nos valores das faturas mensais de energia elétrica.

**AES Eletropaulo: Projetos de iluminação de estádios**

A AES Eletropaulo investirá cerca de 2,6 milhões em dois projetos: eficientização da iluminação no estádio do Pacaembu e em mais 15 centros esportivos de São Paulo. Os projetos foram iniciados em junho e estão previstos para término em dezembro deste ano.

Os projetos prevêem a substituição de lâmpadas e luminárias fluorescentes, vapor de mercúrio e mista por lâmpadas fluorescentes eficientes, compactas, vapor metálico e de sódio. A distribuidora estima uma economia total de aproximadamente 2.841 MWh por ano (Canal Energia, 2000).

**AES Eletropaulo: Evento de conscientização sobre uso racional de energia**

A AES Eletropaulo, em parceria com a Secretaria Municipal do Meio Ambiente da prefeitura de São Paulo e o Instituto Verdescola, realizou o "Movimento Eletroverde nos Parques" durante os dias 22, 23 e 24 de junho, no Parque do Ibirapuera.

O evento teve como objetivo a conscientização da população para o uso racional da energia elétrica e preservação do meio ambiente. A AES Eletropaulo instalou geradores de energia à biodiesel, com o objetivo de causar menor impacto ambiental (Canal Energia, 2000).

**RGE: Doação de lâmpadas econômicas**

No final de maio a RGE (Rio Grande Energia) doou 1.234 lâmpadas para o hospital da cidade de Passo Fundo, gerando uma economia de 9.432 kWh/mês. Ela também distribuiu mais 20.352 lâmpadas para aproximadamente 6.000 consumidores de baixa renda da cidade (Canal Energia, 2000).

**RGE: Eficiência energética em hospital**

A distribuidora RGE realizou um projeto de eficientização energética do sistema de iluminação do Hospital Beneficente de Alto Jucuí. Para tal, a concessionária investirá aproximadamente R$ 18 mil na instituição o que proporcionará uma economia mensal na conta de luz de R$ 400.

No final de setembro a RGE (RS) implantou ações de eficiência energética no Hospital Santa Isabel, de Santo Ângelo. Serão investidos cerca de R$ 8.000,00 e substituídos 114 pontos de luz. A estimativa, segundo a RGE, é reduzir até R$ 345 na fatura mensal de energia ou 9.040 kWh por ano.

No final de outubro a RGE (RS) e o Hospital de Caridade de São Francisco de Paula assinaram um convênio para substituir 22 pontos de iluminação no

estabelecimento. A economia estimada pela distribuidora é de 16.336 kWh por ano, e serão investidos aproximadamente R$ 16 mil.

Em julho, a RGE concluiu as ações de eficiência no Hospital de Guarnição, o qual tiveram substituídos 257 pontos de luz. No Hospital de Santo Ângelo 812 pontos de luz foram trocados.

**Bandeirante Energia: Programas de Eficiência Energética**

A Agência Nacional de Energia Elétrica aprovou o PEE ciclo 2006/2007 da Bandeirante Energia.

A empresa destinará boa parcela dos investimentos para projetos sociais de seu programa de eficiência energética. A outra parte será para projetos de inovação e de implantação de tecnologia LED em semáforos.

Cerca de mil unidades consumidoras de conjuntos habitacionais populares terão os chuveiros elétricos substituídos por sistemas de aquecimento de água por energia solar e aproximadamente 90 mil lâmpadas convencionais serão substituídas por lâmpadas eficientes.

Segundo a empresa, oito hospitais públicos e Santas Casas e três entidades beneficentes ainda serão beneficiados com projetos de eficiência em sistemas de iluminação e de aquecimento de água por energia solar (Canal Energia, 2000).

**CELESC e UFSC: Laboratório de eficiência energética**

Dia 21 de junho foi inaugurado o laboratório de eficiência energética do departamento de engenharia mecânica da UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina) em parceria com a CELESC Distribuição.

Foram aplicados R$ 151 mil do Programa CELESC de Eficiência Energética – Proceleficiência. O laboratório possibilitará estudos na área da conservação de energia e do uso da energia renovável para a geração e substituição de energia

elétrica. Foi projetado para a realização de testes estáticos e dinâmicos de coletores solares e para medição da eficiência energética de aquecedores solares domésticos.

O Laboratório viabilizará a consolidação de um centro para apoio às indústrias de energia solar do Sul do País. O Laboratório será utilizado também para disseminar novas idéias de uso racional de energia por meio do ensino em nível de graduação e pós-graduação da UFSC e das atividades do curso de Energia Solar oferecido à Escola Técnica Federal de Santa Catarina - CEFET-SC. (Canal Energia, 2000).

**Eficiência energética em edificações comerciais**

A *United States Agency for International Development*, realizou nos dias 2, 3 , 5 e 6 de julho, o treinamento de Eficiência Energética nas Edificações do Setor Comercial. Os principais objetivos do treinamento foram a disseminação das vantagens da adoção de medidas de conservação, a correta utilização e dimensionamento de sistemas de iluminação e de climatização de ambientes, além de práticas de projeto de edificações que permitam a economia da energia elétrica.

Também foram divulgadas propostas para a certificação da eficiência energética em edificações comerciais no Brasil. Apoiaram o treinamento a Eletrobrás/PROCEL, a CELESC Distribuição e a Federação do Comércio do Estado de Santa Catarina (Canal Energia, 2000).

**Ampla: Iluminação pública**

As obras de substituição de lâmpadas no município de Santo Antônio de Pádua do PEE da Ampla foram finalizadas em julho deste ano. O projeto consistiu em substituir 664 pontos de iluminação pública com lâmpadas de mercúrio de 400 W por outras mais modernas a vapor de sódio de 150 W e 250 W com maior grau de iluminação e mais econômicas. O capital investido foi de aproximadamente R$ 350 mil e está prevista uma redução de consumo de 30% a 40%.

**Ampla: Programa para a troca de refrigeradores para baixa renda**

A Ampla (RJ) realizará a troca de 600 refrigeradores antigos de famílias de baixa renda até o final do presente ano. A distribuidora pretende atender cerca de 20 mil famílias de baixa renda nos próximos cinco anos.

O projeto recebeu o nome de "Programa de Substituição de Geladeiras Velhas com Eficiência Energética e Captura de CFC (cloro-flúor-carbono)", além do uso eficiente de energia, o programa permite acelerar o recolhimento do CFC presente nos refrigeradores mais antigos, agressivos à camada de ozônio.

**Caiuá: Sistema de coletores solares**

O projeto de substituição do sistema elétrico dos chuveiros por um sistema de aquecimento solar na Santa Casa de Misericórdia de Presidente Prudente foi concluído no mês de julho de 2007. Este projeto, que fazia parte do PEE ciclo 2005/2006 da distribuidora Caiuá, consistiu em substituir o atual aquecimento elétrico dos chuveiros por aquecedores, quadros de comando, kits de instalação, coletores soltar e reservatórios. Essa iniciativa custou cerca de R$ 210 mil e trará uma maior disponibilidade de água quente a baixo custo, o que refletirá em uma melhoria da qualidade dos serviços prestados pela entidade.

**COPEL: Chamada pública**

Em outubro deste ano, a COPEL lançou seu edital da chamada pública para projetos de eficiência energética da Agência Nacional de Energia Elétrica. Foi destinado o total de R$ 16 milhões para o financiamento dos projetos, sendo que cada um não poderá ultrapassar a quantia de R$ 500 mil. O prazo para a apresentação dos projetos é até 30 de novembro e o resultado dos classificados será em 11 de fevereiro de 2008. A liberação dos recursos está prevista para ocorrer a partir do segundo semestre de 2008.

Este programa é realizado pela distribuidora desde 2004 e já destinou cerca de 50 milhões para projetos que buscam reduzir o desperdício energético (ABRAGE, s.d).

#### *2.2.4.2 PEEs aprovados pela ANEEL*

A TABELA 4 apresenta as principais características publicadas neste ano dos PEEs das distribuidoras de energia elétrica.

TABELA 4 – PEEs aprovados em 2007

| Empresa | Ciclo | Montante da Receita Operacional Líquida (%) | Valor do investimento (R$) | Despacho ANEEL | Data de conclusão do projeto | Data de Apresentação do Relatório Parcial | Data de Públicação no Canal Energia |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CELPA (PA) | 2006/2007 | 0,3000 | 3.400.000,00 | - | 18/nov/08 | 18/abr/08 | 19/out/07 |
| CEMAT (MT) | 2006/2007 | 0,6474 | 7.060.000,00 | 3.162 de 19/out/07 | 19/nov/08 | 19/abr/08 | 19/out/07 |
| AES ELETROPAULO (SP) | 2004/2005 | 0,6057 | 43.679.783,00 | 2.739 de 30/ago/07 | - | - | 30/ago/07 |
| COPEL (PR) | 2006/2007 | 0,6208 | 21.714.000,00 | 24/ago/07 | - | - | 24/ago/07 |
| AMPLA (RJ) | 2006/2007 | 0,2605 | 9.514.000,00 | - | - | 25/fev/08 | 24/ago/07 |
| CJE (SP) | 2004/2005 | 0,8316 | 504.756,00 | - | - | - | 24/ago/07 |
| CELESC (SC) | 2006/2007 | 0,4337 | 13.514.000,00 | 2.842 de 09/ago/07 | 08/ago/08 | 08/fev/08 | 10/ago/07 |
| Iguaçu Energia (SC) | 2006/2007 | 0,2549 | 97.703,00 | - | 08/ago/08 | 08/fev/08 | 10/ago/07 |
| CPFL Piratininga (SP) | 2005/2006 | 0,5877 | 11.883.000,00 | 2.460 de 08/ago/07 | 05/ago/08 | 05/fev/08 | 08/ago/07 |
| CLFSC (SP) | 2006/2007 | 0,5336 | 970.588,00 | 31/jul/07 | 01/ago/08 | 01/fev/08 | 31/jul/07 |
| CELG (GO) | 2006/2007 | 0,8466 | 14.311.000,00 | 25/jul/07 | 27/jul/08 | 27/jan/08 | 25/jul/07 |
| ITISA (MT) | 2006/2007 | - | - | 25/jul/07 | - | 31/ago/08 | 25/jul/07 |
| SAELPA (PB) | 2004/2005 | 0,5678 | - | 2.843 de 18/jul/2007 | - | - | 19/jul/07 |
| CAIUÁ (SP) | 2006/2007 | - | 504.268,08 | 17/jul/07 | - | 15/jul/08 | 17/jul/07 |
| EDEVP (SP) | 2006/2007 | - | 406.565,66 | 17/jul/07 | - | 15/jul/08 | 17/jul/07 |
| NACIONAL (SP) | 2006/2007 | - | 250.989,12 | 17/jul/07 | - | 15/jul/08 | 17/jul/07 |
| FORCEL (PR) | 2006/2007 | - | 19.900,00 | 17/jul/07 | - | 15/jul/08 | 17/jul/07 |
| CELB (PB) | - | 0,599 | 568.086,00 | 12/jul/07 | 10/jul/08 | - | 12/jul/07 |
| CELPE (PE) | 2006/2007 | 0,332 | 6.918.000,00 | 03/jul/07 | 30/jun/08 | - | 03/jul/07 |
| CEPISA (PI) | 2006/2007 | 0,3017 | 1.312.000,00 | 03/jul/07 | 30/jun/08 | - | 03/jul/08 |
| BANDEIRANTE (SP) | 2006/2007 | - | 15.404.000,00 | 12/jun/07 | 10/jun/08 | - | 19/jun/07 |
| CFLO (PR) | 2006/2007 | - | 104.587,61 | 12/jun/07 | 10/jun/08 | - | 12/jun/07 |
| ALIANÇA (SC) | - | - | 123.998,36 | 12/jun/07 | 10/jun/08 | - | 12/jun/07 |
| CJE (SP) | 2006/2007 | - | 654.800,00 | 06/jun/07 | 06/ago/08 | - | 06/jun/07 |
| EFLJC (SP) | 2006/2007 | - | 13.238,00 | 06/jun/07 | 06/ago/08 | - | 06/jun/07 |
| CPEE (SP) | 2006/2007 | - | 302.880,00 | 08/jun/07 | 10/jun/08 | - | 08/jun/07 |
| CSPE (SP) | 2006/2007 | - | 709.504,02 | 08/jun/07 | 10/jun/08 | - | 08/jun/07 |
| COCEL (PR) | 2006/2007 | - | 225.690,25 | 08/jun/07 | 05/jul/08 | - | 08/jun/07 |
| CEMIG (MG) | 2006/2007 | - | 32.618.000,00 | 01/jun/07 | 15/mai/08 | - | 01/jun/07 |
| COELCE (CE) | 2006/2007 | - | 4.293.000,00 | 01/jun/07 | 31/mai/08 | - | 01/jun/07 |
| DME-PC (MG) | - | - | 218.143,78 | 01/jun/07 | 31/mai/08 | - | 01/jun/07 |
| CEEE (RS) | 2006/2007 | 0,5013 | 8.320.000,00 | 11/mai/07 | 11/jun/08 | - | 11/mai/07 |
| BOA VISTA (RR) | 2006/2007 | 0,326 | 778.965,00 | 11/mai/07 | 11/jun/08 | - | 11/mai/07 |
| CFLCL (MG) | 2006/2007 | - | 845.241,86 | 30/abr/07 | 30/abr/08 | 30/mai/08 | 30/abr/07 |
| CENF (RJ) | 2006/2007 | - | 199.450,94 | 30/abr/07 | 30/abr/08 | 30/mai/08 | 30/abr/07 |
| CEAM (AM) | 2006/2007 | - | 702.976,30 | 13/abr/07 | 13/abr/08 | - | 16/abr/07 |
| CEMAR (MA) | 2006/2007 | - | 2.010.000,00 | 13/abr/07 | 31/mar/08 | - | 16/abr/07 |
| ELFSM (ES) | 2006/2007 | - | 180.203,63 | 13/abr/07 | 13/abr/08 | - | 16/abr/07 |

Fonte: Canal Energia, 2000

## *2.3 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS USOS FINAIS*

### 2.3.1 Selo de eficiência energética

O Selo PROCEL de Economia de Energia, instituído pelo Decreto Presidencial de 08 de dezembro de 1993, tem a função de apontar ao consumidor os produtos mais eficientes no mercado, além de possibilitar maior fabricação e comércio de produtos com maior índice de eficiência, cooperando para o desenvolvimento sustentável. O selo é ilustrado FIGURA 5.

FIGURA 5 – Selo do PROCEL
Fonte: INMETRO, s.d.

### 2.3.2 Programa Brasileiro de Etiquetagem - PBE

É um programa de conservação de energia elétrica que, por meio de etiquetas, quantifica o nível de eficiência energética dos principais eletrodomésticos ao consumidor.

Os objetivo do PBE é permitir que o consumidor avalie e otimize o consumo de energia por meio da aquisição e utilização de produtos mais eficientes, resultando em menor custo com energia elétrica.

A adesão das empresas ao PBE é voluntária. São realizados diversos testes periódicos com os equipamentos dos fabricantes, a fim de redefinirem

periodicamente seus os níveis de eficiência. Isso causa maior competitividade entre as empresas e o aperfeiçoamento constante dos produtos (INMETRO, s.d.).

### *2.3.2.1 Etiquetas*

Cada tipo de eletrodoméstico possui sua etiqueta, entre um e outro, são alteradas somente as características técnicas específicas para cada tipo de equipamento. Quanto maior for a letra indicada na etiqueta, mais eficiente é o produto. Na FIGURA 6 é apresentado um modelo de etiqueta para refrigerador e na FIGURA 7 outro modelo para lâmpada.

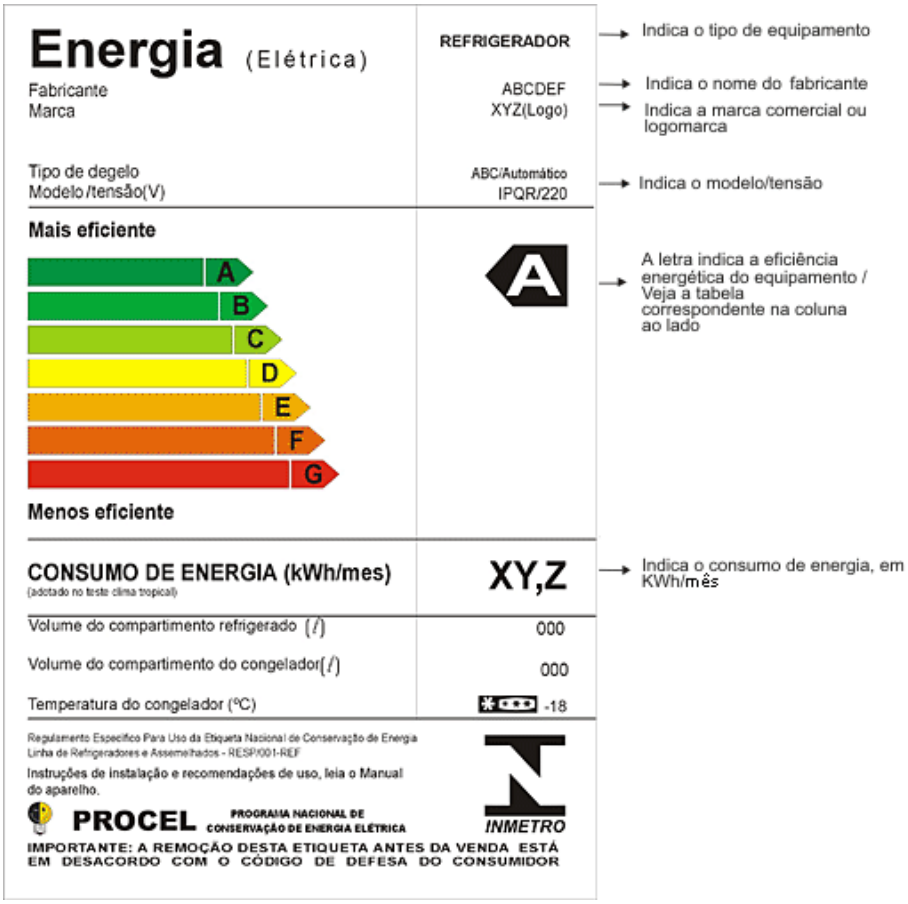



FIGURA 6 – Modelo de etiqueta do PBE para refrigerador

Fonte: INMETRO, s.d.

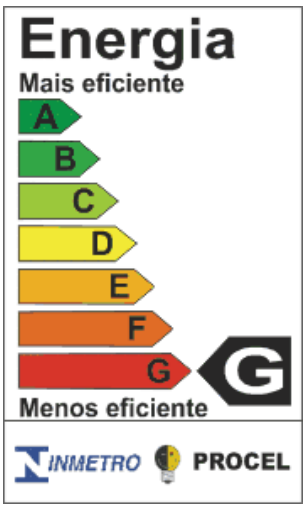



FIGURA 7 – Modelo de etiqueta do PBE para lâmpadas

Fonte: INMETRO, s.d.

### 2.3.3 Sistema de iluminação

Um dos fatores essenciais para o bom desempenho de um indivíduo nas realizações de diversas atividades, é o correto nível de iluminamento no local onde essa é realizada. Um sistema de iluminação em um local de trabalho deve apresentar:

- luz uniforme em todos os locais de trabalho;
- luz bem dirigida e distribuída;
- iluminação adequada sem ofuscamento, tanto direto quanto refletido;
- reprodução de cor de acordo com o trabalho desenvolvido.

A iluminação está presente em uma parcela significativa do consumo de energia elétrica no país, principalmente nos setores comercial, público e de serviços. (PROCEL, 2005).

Apesar da preocupação atual com o uso racional e eficiente da energia, ainda há sistemas que, para serem implantados, consideram apenas o investimento inicial a ser feito, não levando em conta os custos com o consumo da energia elétrica, a perda de eficiência da instalação, a substituição e manutenção de equipamentos que porventura tenham que ser inseridos.

Visando a redução do consumo e o máximo aproveitamento do potencial de conservação de energia que os sistemas de iluminação podem apresentar, é fundamental que já no projeto da edificação os engenheiros, projetistas e arquitetos empreguem a arquitetura bioclimática no local, recomendem a aquisição de equipamentos e materiais eficientes energeticamente e adotem critérios racionais de projeto (ALVAREZ, 2000).

### *2.3.3.1 Nível de iluminamento*

O nível de iluminamento corresponde ao nível de iluminância que o campo de trabalho deve possuir. Este nível está diretamente relacionado à idade do usuário, à velocidade, à precisão e ao tipo de tarefa visual a ser executada (PROCEL, 2005).

A norma brasileira NBR 5413 determina os valores de iluminância adotados para cada tipo de atividade desenvolvida no ambiente, conforme a TABELA 5.

TABELA 5 – Valores de iluminância para cada tipo de atividade desenvolvida

| FAIXA | ILUMINÂNCIA (LUX) | TIPO DE ATIVIDADE |
|---|---|---|
| A<br>Iluminação geral para áreas usadas ininterruptamente ou com tarefas visuais simples. | 20 | Áreas públicas com corredores escuros |
| | 30 | |
| | 50 | |
| | 50 | Orientação simples para permanência curta |
| | 75 | |
| | 100 | |
| | 100 | Recintos não utilizados para trabalho contínuo, depósitos |
| | 150 | |
| | 200 | |
| B<br>Iluminação geral para área de trabalho | 200 | Tarefas com requisitos visuais limitados, trabalho bruto de maquinaria, auditórios |
| | 300 | |
| | 500 | |
| | 500 | Tarefas com requisitos visuais normais, trabalho médio de maquinaria, escritórios. |
| | 750 | |
| | 1000 | |
| | 1000 | Tarefas com requisitos especiais, gravação manual, inspeção, indústria de roupas |
| | 1500 | |
| | 2000 | |
| C<br>Iluminação adicional para tarefas visuais difíceis | 2000 | Tarefas visuais exatas e prolongadas, eletrônica de pequeno tamanho, auditórios. |
| | 3000 | |
| | 5000 | |
| | 5000 | Tarefas visuais muito exatas, montagem de microeletrônica. |
| | 7500 | |
| | 10000 | |
| | 10000 | Tarefas visuais muito especiais, cirurgia. |
| | 15000 | |
| | 20000 | |

Fonte: ABNT, 1992

É importante salientar que sistemas de iluminamento superdimensionados geram consumo desnecessário de energia elétrica pelo excesso de iluminação.

#### *2.3.3.2 Componentes do sistema de iluminação*

**a) Lâmpadas**

A lâmpada é fundamental em um sistema de iluminação. Tomando como critério o princípio de funcionamento, elas são classificadas em incandescentes ou de descarga (ALVAREZ, 2000).

*- Lâmpadas incandescentes*

As lâmpadas incandescentes são as mais ineficientes do mercado, uma vez que 95% da eletricidade é convertida em calor, elas também possuem um curto período de vida útil (1.000 horas, em média). Entretanto, apresentam um ótimo índice de reprodução de cores, têm baixo custo, são de fácil manutenção e não necessitam de reatores para operarem. Sua luz é obtida a partir do aquecimento de um filamento de tungstênio por meio da corrente elétrica.

As lâmpadas incandescentes halógenas são mais eficientes e possuem uma vida útil de aproximadamente 2.000 horas, o dobro se comparada à lâmpada incandescente convencional (ALVAREZ, 2000).

*- Lâmpadas fluorescentes*

Esse tipo de lâmpada utiliza descarga elétrica por meio de gás para seu funcionamento. Elas possuem vapor de mercúrio a baixa pressão em seu interior e eletrodos de tungstênio em suas extremidades. Essas lâmpadas necessitam de dois equipamentos auxiliares para o seu funcionamento: o reator, que produz a sobretensão necessária no início da descarga e que limita a corrente de circulação

na lâmpada, e o *starter*, utilizado para ativar e desativar os eletrodos (PROCEL, 2005).

Se comparada com as lâmpadas incandescentes, a eficiência dessas lâmpadas é em torno de três a cinco vezes maior e o tempo de vida é dez a doze vezes superior. Entretanto, possuem um custo inicial elevado e um regular índice de reprodução de cores.

Na década de 80, iniciou-se a fabricação de lâmpadas fluorescentes compactas para a substituição às lâmpadas incandescentes convencionais (ALVAREZ, 2000).

*- Outras lâmpadas de descarga*

São as soluções em iluminação mais eficientes, existem diversos tipos, como por exemplo: lâmpadas a vapor metálico, vapor de mercúrio e vapor de sódio; sendo esta última, a mais eficiente de todas.

Elas são destinadas a aplicações específicas. A lâmpada a vapor metálico é empregada principalmente em sistemas de iluminação de *shoppings centers,* onde é necessária a correta reprodução de cores. Em lugares onde não seja necessária a perfeita reprodução de cores, a iluminação do ambiente pode ser feita utilizando-se lâmpadas a vapor de mercúrio ou de sódio, como em praças, monumentos, viadutos, aeroportos, alguns tipos de indústrias e iluminação pública. Todas essas lâmpadas requerem reatores para o seu funcionamento (ALVAREZ, 2000).

**b) Reatores**

A função do reator é limitar a corrente elétrica circulante pela lâmpada e elevar a tensão de alimentação para níveis corretos de funcionamento. O ignitor atua somente no processo de ignição, fornecendo pulsos de tensão que geram a ionização inicial do gás necessária ao acendimento da lâmpada.

Os reatores são avaliados principalmente pelas suas perdas e fator de potência. Os reatores eletrônicos são mais eficientes que os eletromagnéticos disponíveis no mercado, pois dissipam em torno de 25% menos energia (ALVAREZ, 2000).

**c) Luminárias**

A função fundamental da luminária é dissipar de maneira adequada a luz emitida pelas lâmpadas sobre o ambiente em que se localiza. É importante analisar a eficiência da luminária, que corresponde ao percentual de luz irradiada pela lâmpada que efetivamente é emitido pela luminária (ALVAREZ, 2000). Luminárias espelhadas permitem a redução de até 70% no número de lâmpadas, o que ocasiona considerável economia de energia (PROCEL, 2005).

A escolha adequada da luminária para o local desejado deve ser baseada na atividade desenvolvida, no tipo de iluminação desejada (direta, semi-direta, indireta, dentre outras), curva de distribuição luminosa e fator de utilização (fator utilizado no cálculo luminotécnico que leva em conta as dimensões do ambiente e os fatores de reflexão das paredes, piso e teto) (ALVAREZ, 2000).

Abaixo são citados alguns requisitos principais que uma luminária deve possuir (PROCEL, 2005):

- alto rendimento inicial, transferindo ao ambiente o máximo de fluxo luminoso que a lâmpada emite;
- correta distribuição luminosa;
- fácil manutenção;
- pouca interferência com a lâmpada.

**Medidas para conservar energia elétrica em iluminação**

A seguir se encontram diversas medidas recomendáveis para a eficiência em um sistema de iluminação (PROCEL, 2005):

- aproveitar o máximo a luz natural do ambiente;
- determinar as áreas efetivas de iluminação;
- utilizar o nível de iluminamento adequado;
- projetar circuitos independentes visando o uso de iluminação parcial e por setores;
- selecionar lâmpadas e luminárias, buscando conforto visual;
- utilizar luminárias espelhadas;
- utilizar reatores de baixas perdas e alto fator de potência;
- usar relés fotoelétricos, para controlar o número de lâmpadas acesas, em função da luz natural no local;
- utilizar sensores de presença;
- usar lâmpadas adequadas para cada tipo de ambiente;
- apagar as luzes de ambientes desocupados;
- pintar tetos e paredes com cores claras;
- utilizar telhas transparentes para o melhor aproveitamento da luz natural;
- manter limpas as luminárias;
- utilizar luminárias abertas, para melhor nível de iluminamento.

### 2.3.4 Chuveiro elétrico

O chuveiro elétrico é um aquecedor de passagem contido no próprio equipamento de utilização. Ele possui alta eficiência térmica (aproximadamente 95%) e perdas térmicas reduzidas devido à proximidade do local de consumo. O aquecimento elétrico é realizado automaticamente ao se abrir o registro de uso, pois a resistência elétrica é acionada pela pressão da água. O chuveiro é um equipamento que independe da vazão de água para o consumo de energia elétrica, ou seja, dada certa regulagem (inverno ou verão), seu consumo é invariável.

Esse equipamento é taxado como sendo o responsável pelo valor da fatura de energia do setor residencial. Seu uso torna-se impróprio para o sistema em

função do seu horário de funcionamento (principalmente no horário de ponta), de sua potência elevada e de seu reduzido período de uso (acarretando em um baixo fator de carga) (BAPTISTA, 2006).

Há chuveiros elétricos em 67% das residências brasileiras, sendo que nas regiões Sudeste e Sul eles estão presentes em quase 100% dos lares. A elevada aquisição deste equipamento está fortemente vinculada ao seu baixo custo, da facilidade para a sua instalação e da ausência de regulamentação para o seu uso. (RODRIGUES, 2005).

Abaixo são listadas algumas orientações visando a redução do consumo com esse uso final (LIGHT, 2006):

- como cerca de 25% da energia elétrica nas residências é devido ao chuveiro elétrico, é interessante regulá-lo na posição menos quente (“verão”) para que esse consumo possa ser reduzido. Na posição “inverno” o consumo é 30% maior;
- é conveniente não levar muito tempo no banho e fechar a torneira ao ensaboar-se;
- conservar limpos os orifícios de passagem de água;
- não reaproveitar resistências queimadas, pois isto aumenta o consumo de energia elétrica.

Atualmente há programas que buscam a alteração do nível de consumo de instalações pela substituição por equipamentos mais eficientes ou alternativos. Um programa possível é a substituição dos chuveiros elétricos por aquecedores solares.

A implantação de sistemas solares para aquecimento de água beneficiaria a sociedade em geral, concessionárias e consumidores finais.

As concessionárias de energia elétrica seriam beneficiadas principalmente pela redução da potência no horário de ponta e da melhoria do desempenho da concessionária devido ao aumento do fator de carga. O consumidor final seria contemplado com a economia na fatura de energia elétrica. E a sociedade utilizaria a energia solar, que é uma fonte gratuita de energia abundante e não poluente, e

ainda contribuiria para a preservação do meio ambiente em geral por conservar a energia elétrica (BAPTISTA, 2006).

### 2.3.5 Sistemas de aquecimento à gás

Há dois diferentes tipos de aquecedores domésticos a gás: por passagem e por acumulação.

No aquecedor de passagem, a água é aquecida gradualmente na medida em que passa por uma serpentina disposta ao redor de uma câmara de combustão. No aquecedor por acumulação a água também passa por um sistema de serpentina, porém após esse processo ela é armazenada em *boilers* (FAZFACIL, 2000).

Os aquecedores a gás devem ser instalados em locais bastante ventilados, por isso geralmente se situam nas áreas de serviço, como mostra a FIGURA 8.

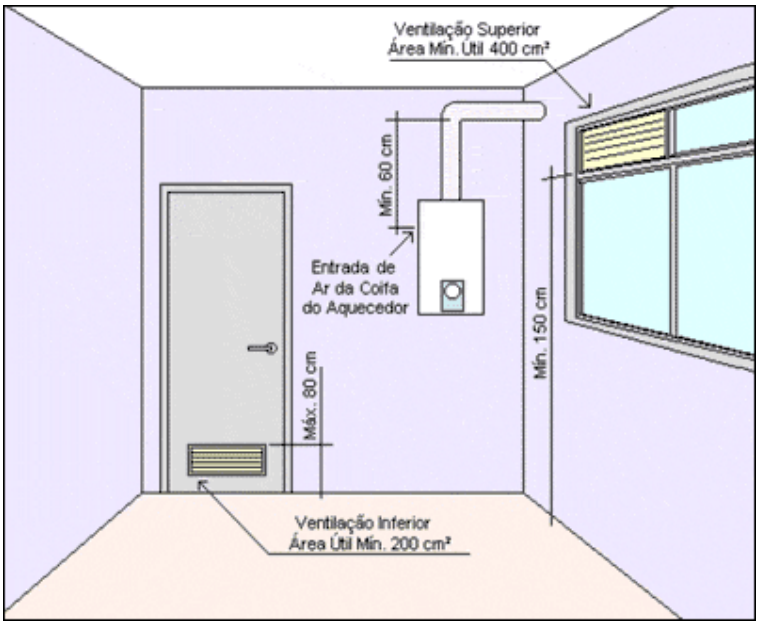



FIGURA 8 - Localização do aquecedor à gás

Fonte: FAZFACIL, 2000

**Economia e segurança**

- As chamas devem ser sempre azuladas;
- os registros e conexões devem estar sempre em perfeito estado;
- é recomendável fechar os registros de gás ao viajar;
- definir local de ventilação permanente para a instalação do aquecedor, devido à segurança e necessidade de oxigênio para a combustão do gás.
- é recomendado analisar periodicamente se a chaminé está desobstruída e perfeitamente encaixada;
- o aquecedor precisa estar sempre limpo e regulado, para tal, é interessante que se faça ao menos uma inspeção anual no equipamento;
- preferencialmente fazer a aquisição de aquecedores a gás que possuam o selo CONPET.

### 2.3.6 Coletores solares

O Brasil é um país que possui grande potencial para o aproveitamento da energia solar. Entretanto, a base para o aquecimento de água nas residências é o chuveiro elétrico, produto de elevado consumo ao longo de sua utilização. Eles geram importantes demandas para o setor elétrico, além de custos ambientais e sociais. Os chuveiros consomem praticamente 8% de toda a eletricidade produzida no país e são responsáveis por cerca de 18% do pico da demanda de energia elétrica.

Muitos países utilizam a energia solar por meio de sistemas de aquecimento, os quais substituem o chuveiro elétrico e proporcionam água aquecida nas moradias, nos serviços, no comércio e no lazer (RODRIGUES, 2005).

#### *2.3.6.1 Funcionamento*

Um sistema de aquecimento de água por energia solar é formado por reservatório térmico (*boiler*) e coletores solares (placas). As placas coletoras têm a

função de absorver a radiação solar. O calor do sol captado pelas placas é então transferido para a água que circula no interior das suas tubulações. Essas placas são instaladas sobre lajes ou telhados, sempre o mais próximo possível do reservatório térmico, como mostra a FIGURA 9.

O reservatório térmico (*boiler*) tem a função de armazenar a água aquecida. Ele é formado por cilindros de cobre, inox ou polipropileno e é isolado termicamente, isso faz com que a água aquecida seja conservada para posterior consumo. Como opção, esses reservatórios podem ter um sistema de aquecimento auxiliar elétrico ou a gás. A caixa de água fria alimenta o reservatório do aquecedor solar, mantendo-o sempre cheio (SOLETROL, 2007).

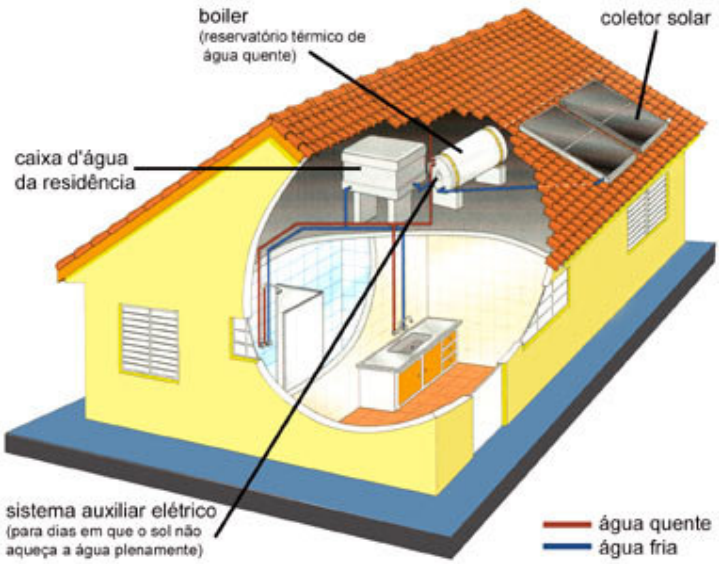



FIGURA 9 – Sistema de aquecimento solar

Fonte: SOLETROL, 2007

Nos sistemas convencionais, a água circula entre os reservatórios e as placas solares por um sistema de circulação natural, também conhecido como termossifão. Este sistema é baseado na convecção da água dos reservatórios, que é mais fria e densa, para os coletores solares, região em que a água possui maior temperatura e menor densidade.

A circulação da água também pode ser feita por meio de motobombas, pelo processo conhecido como bombeamento ou circulação forçada. As motobombas são geralmente empregadas em piscinas ou sistemas com grande volume de água (SOLETROL, 2007).

O sistema de funcionamento de um aquecedor encontra-se na FIGURA 10.

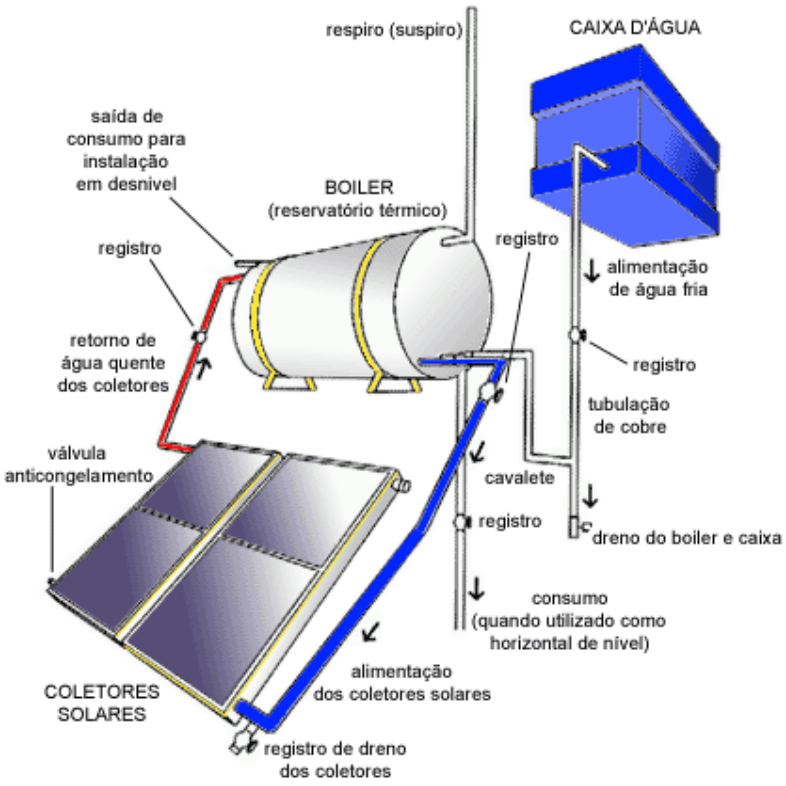



FIGURA 10 – Funcionamento de um aquecedor solar

Fonte: SOLETROL, 2007

### *2.3.6.2 Dimensionamento do aquecedor solar*

Para o dimensionamento do aquecedor solar são necessárias diversas informações, tais quais: o número de pessoas que irão utilizar o sistema diariamente, a duração e quantidade média de banhos por dia, quantos e quais serão os pontos de utilização de água quente, a dimensão da piscina, entre outros dados (SOLETROL, 2007).

**a) Dimensionamento do reservatório térmico**

O dimensionamento para o volume do reservatório térmico é feito de acordo com a TABELA 6:

TABELA 6 – Dimensionamento do reservatório para aquecedores solares

| | | |
|---|---|---|
| Banho | núm. moradores x núm. médio de litros gastos em um banho | |
| Lavatório | núm. moradores x núm. médio de litros gastos com o uso do lavatório | |
| Banheira simples | 100 litros x 40% de utilização | |
| Cozinha | núm. moradores x núm. litros/refeição x núm. refeições | |
| | TOTAL | |

Fonte: SOLETROL, s.d.

**b) Dimensionamento do número de coletores solares**

Normalmente, calcula-se a quantidade de coletores solares considerando a relação de um coletor solar para cada 100 litros de água. Por exemplo, para obter 500 litros de água quente, são necessários um total de cinco coletores solares. É importante considerar também a condição climática do local de instalação no dimensionamento, quanto mais quente o local, menor a quantidade de coletores necessários (SOLETROL, s.d.).

### *2.3.6.3 Aquecimento solar de piscinas*

O sistema de aquecimento solar não aquece todo o volume de água da piscina em um só dia, pois o volume de água é muito elevado. O sistema trabalha com a reposição das perdas de calor. Portanto é necessário, após o início do funcionamento, aguardar cerca de sete a dez dias para que aos poucos a água da

piscina aqueça e atinja a temperatura de equilíbrio. Neste período há o funcionamento ininterrupto da bomba, conforme a FIGURA 11. Depois de atingida a temperatura de equilíbrio térmico, o sistema repõe as perdas a cada ciclo de 24 horas (SOLETROL, 2004).

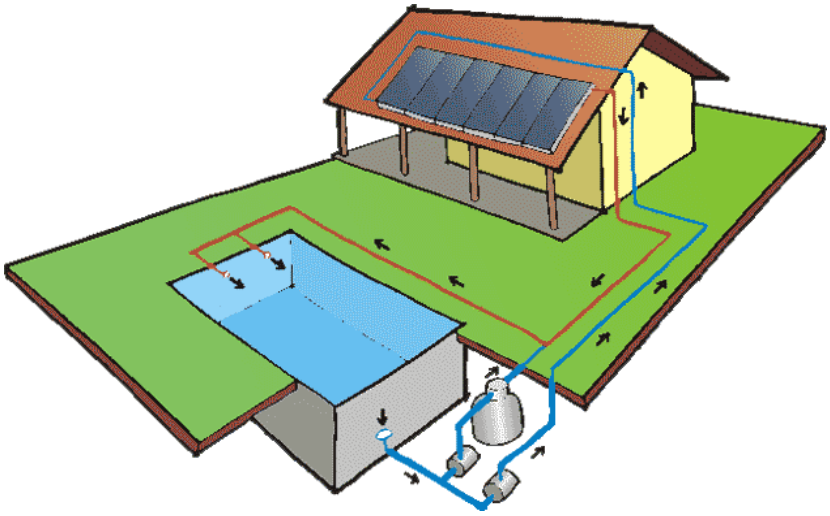


FIGURA 11 – Aquecimento solar de piscina

Fonte: SOLETROL, 2007

Na FIGURA 12 encontra-se um comparativo (em R$/ano) do gasto para aquecer uma piscina de 80.000 litros de água com diferentes tipos de aquecedores.

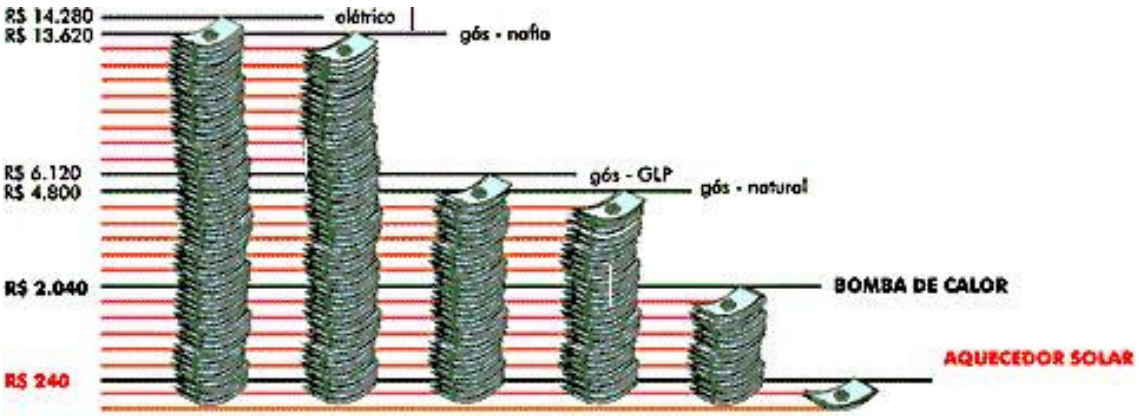



FIGURA 12 – Comparativo de gastos para implantação de aquecimento solar em uma piscina

Fonte: SOLETROL, 2007

A FIGURA 13 apresenta uma média anual da insolação diária no Brasil, dada em horas.

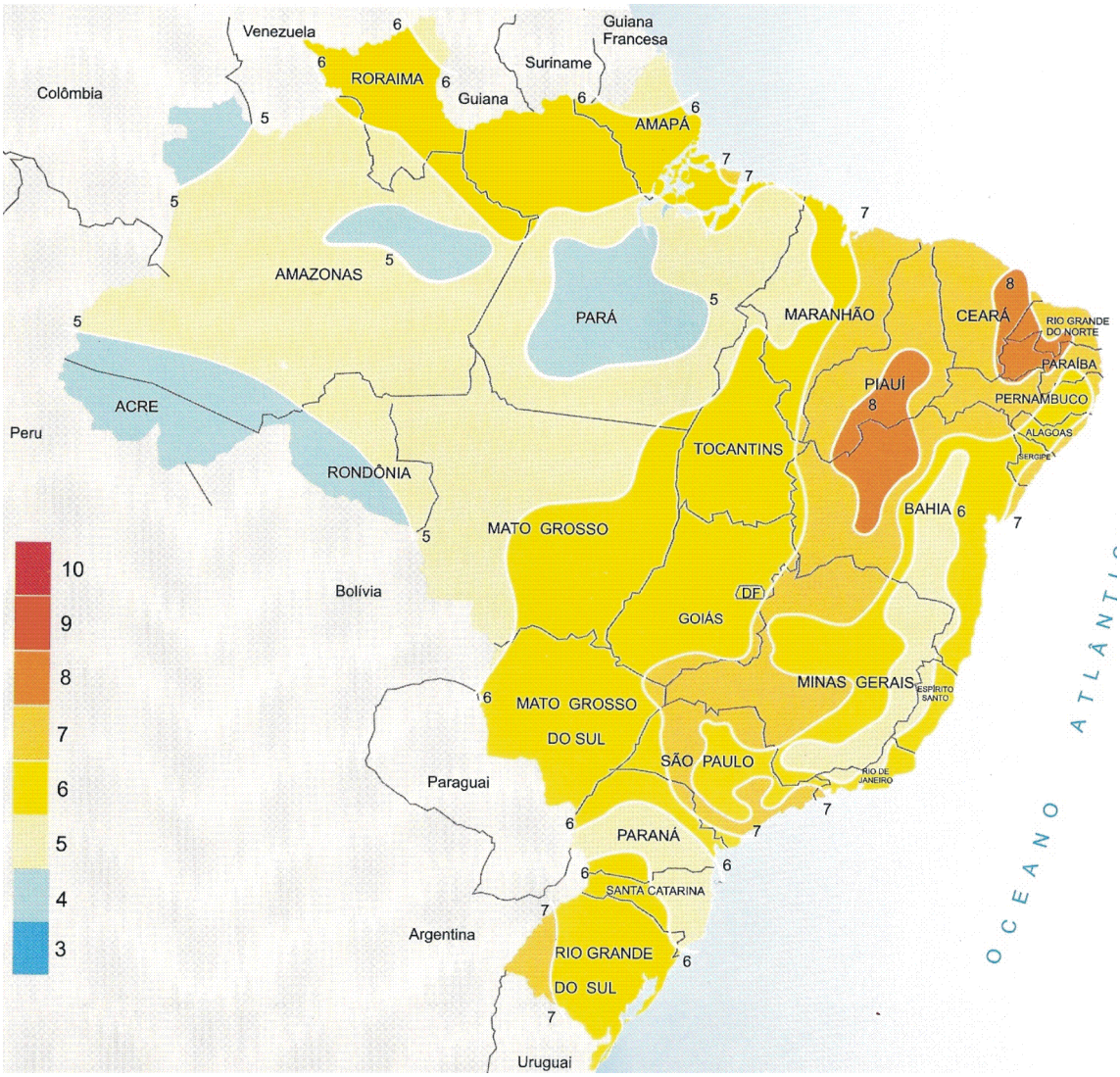



FIGURA 13 – Insolação diária

Fonte: UFPE, 2000

Já a FIGURA 14 mostra uma média anual da radiação solar diária no Brasil, dada em $MJ/m^2.dia$.

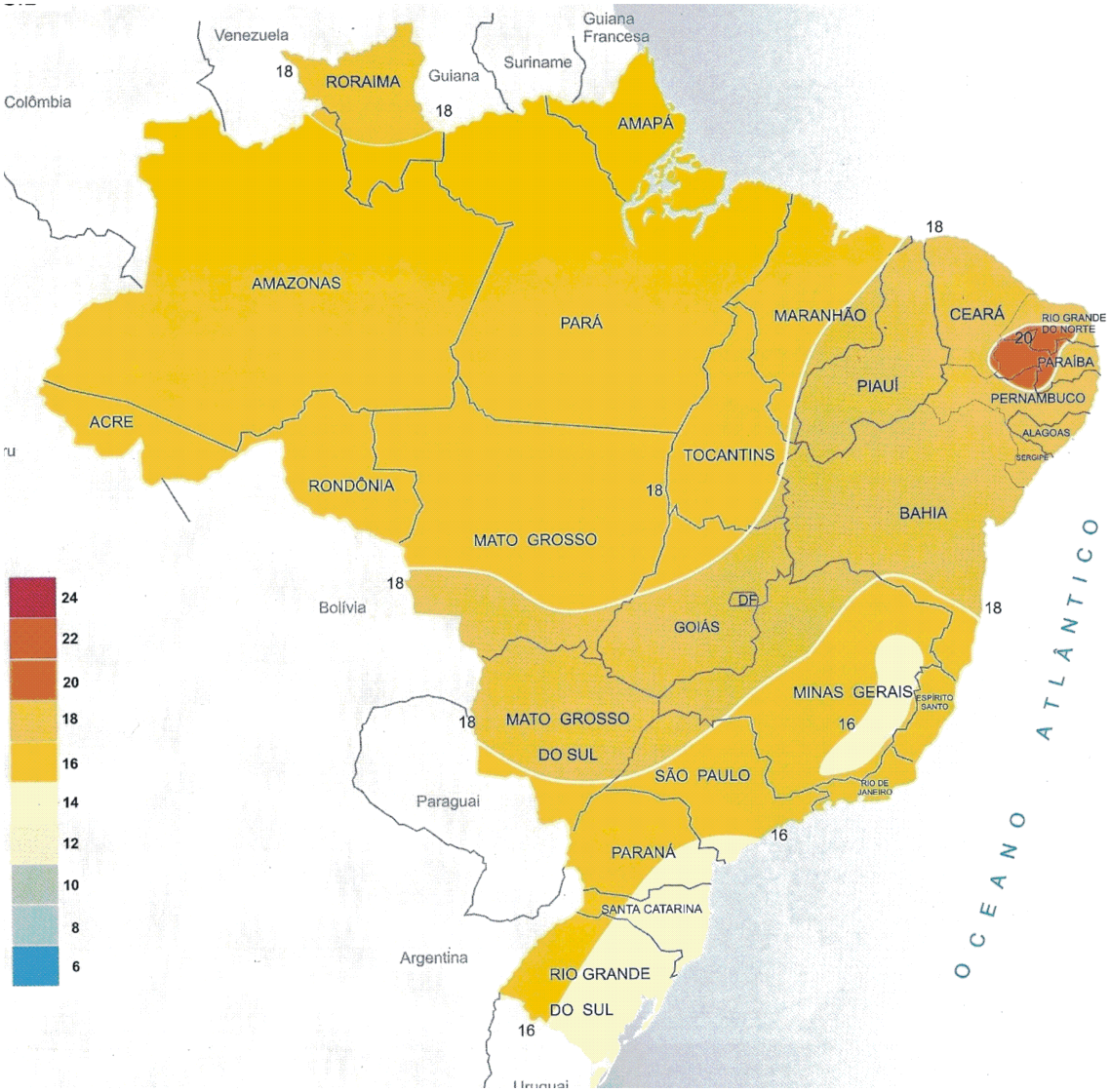



FIGURA 14 – Radiação solar diária

Fonte: UFPE, 2000

### 2.3.7 Refrigeradores e congeladores

Refrigeração é parte da ciência que tem por fim, manter a temperatura de um material abaixo da temperatura do meio onde se encontra.

As unidades de potência utilizadas para um equipamento que opere com sistema de refrigeração são medidas em relação ao calor que ele pode absorver. Como exemplos:

- kcal/h => quilocalorias por hora;

- Btu/h => British thermal unit por hora;
- TR => Tonelada de refrigeração;
- kW => Quilowatt.

Sendo que a relação entre as unidades é: 1 TR = 3024 kcal/h = 12000 Btu/h = 3,52 kW (PROCEL, 2005).

### *2.3.7.1 Funcionamento*

A FIGURA 15 mostra o esquema de funcionamento de um sistema básico de refrigeração e as suas partes componentes.

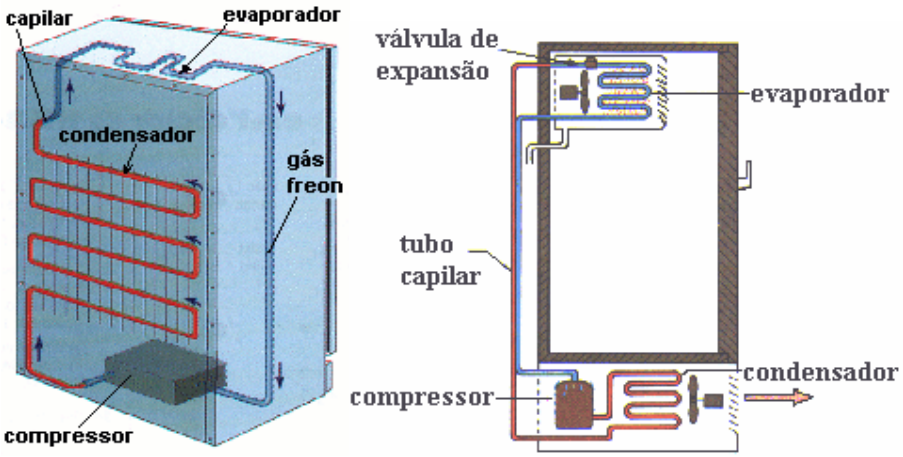



FIGURA 15 – Funcionamento do sistema de refrigeração

Fonte: USP, 2005

Já na FIGURA 16, observa-se o ciclo de funcionamento do circuito de condensação a ar.

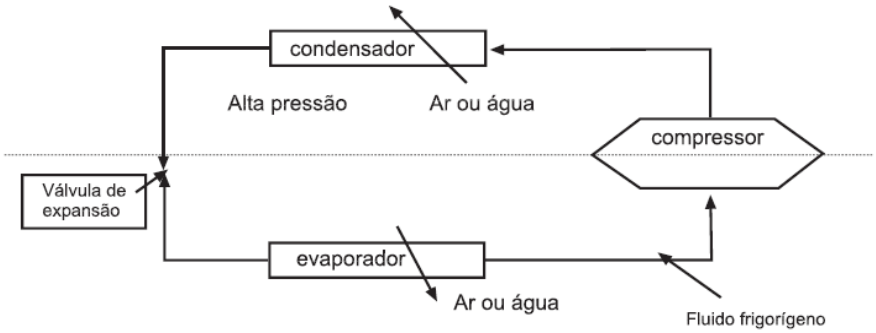



FIGURA 16 – Ciclo de funcionamento do sistema de refrigeração

Fonte: PROCEL, 2005

Partes do sistema (PROCEL, 2005; USP, 2005):

- **fluido de trabalho (fluido frigorígeno ou frigorífico):** gás condensável especial, que é circulado por meios mecânicos pelos equipamentos;
- **compressor:** é uma máquina acionada por motor elétrico, responsável por aspirar o fluido de trabalho na forma de gás e comprimi-lo, elevando a pressão e a temperatura do gás;
- **condensador (trocador de calor):** faz com que o gás passe para o estado líquido ainda em alta pressão, retirando o calor recebido quando foi comprimido. Esse calor retirado é cedido para um fluido mais frio que o gás para resfriamento, normalmente o ar ou água;
- **válvula de expansão e controle:** dispositivo o qual reduz a pressão e temperatura do líquido, assim que sai do condensador;
- **evaporador (trocador de calor):** absorve calor do ambiente que se quer refrigerar e cede este calor ao fluido de trabalho frio, para que ele absorva o calor e retorne ao estado gasoso.

#### *2.3.7.2 Eficiência energética*

Desde a implantação do PBE em 1984, a maioria dos fabricantes de refrigeradores e congeladores aderiu integral e voluntariamente ao programa. (ELETROS, 2006).

Em 2006, criam-se índices máximos de consumo de energia para refrigeradores e congeladores. A data-limite dada às indústrias de refrigeradores e congeladores para fabricar e de importar equipamentos fora da norma foi o dia 31 de janeiro de 2007. Já o prazo máximo para a comercialização desses produtos no país foi 31 de julho de 2007 (MME, s.d. e).

A etiqueta de conservação de energia de refrigeradores comercializados no país passou a ser obrigatória a partir de primeiro de agosto deste ano (INMETRO, 2006), o que não trouxe grande surpresa para os fabricantes de eletrodomésticos, pois os produtos dessas linhas já possuíam a etiqueta de eficiência energética, voluntária até então, e estavam totalmente enquadrados nas exigências de eficiência energética (ELETROS, 2006).

A etiqueta para refrigeradores, além da classificação tradicional de eficiência energética, com cinco faixas, de A a E, traz informações sobre a faixa de consumo de energia e o volume útil do compartimento interno (INMETRO, 2006).

Em 2006, foi realizada a revisão dos índices de eficiência energética dos refrigeradores que constam na etiqueta do PBE. Os novos índices de consumo de energia diminuíram, e exigiram que os refrigeradores fossem ainda mais eficientes. Para se manterem na categoria A, os produtos tiveram que melhorar ainda mais seus níveis de eficiência energética. Atualmente 70% dos produtos etiquetados já estão nessa categoria. Uma nova revisão desses índices está prevista para 2010.

Os refrigeradores e congeladores domésticos são classificados em seis categorias: Refrigerador, Refrigerador Combinado, Refrigerador Combinado *Frost-Free*, Congelador Vertical, Congelador Vertical *Frost-Free* e Congelador Horizontal (MME, s.d. e). Atualmente, mais de cem modelos, inseridos nessas categorias, possuem o selo PROCEL.

A Eletrobrás, que é responsável pela concessão do selo, vem premiando seguidamente os produtos mais eficientes desses segmentos. No mercado de refrigeradores e congeladores, que comercializa cerca de 4 milhões de unidades por ano no país, com 271 modelos diferentes, 76% dos aparelhos são classificados com bons níveis de eficiência.

Das 4 milhões de unidades de refrigeradores e congeladores existentes no mercado, há 271 modelos diferentes. Uma média de 76% desses modelos possui classificação A ou B, enquanto cerca de 5% possui a pior classificação utilizando os mesmos critérios. Conforme se observa na FIGURA 17, o maior número de modelos de refrigeradores se concentra nas classes A e B (MME, s.d. e).

Segundo a ELETROS, os modelos de geladeiras com melhores índices de eficiência são os refrigeradores simples de uma porta, com 86%, e os *frost-free* com duas portas, representado por 84% (ELETROS, 2006).

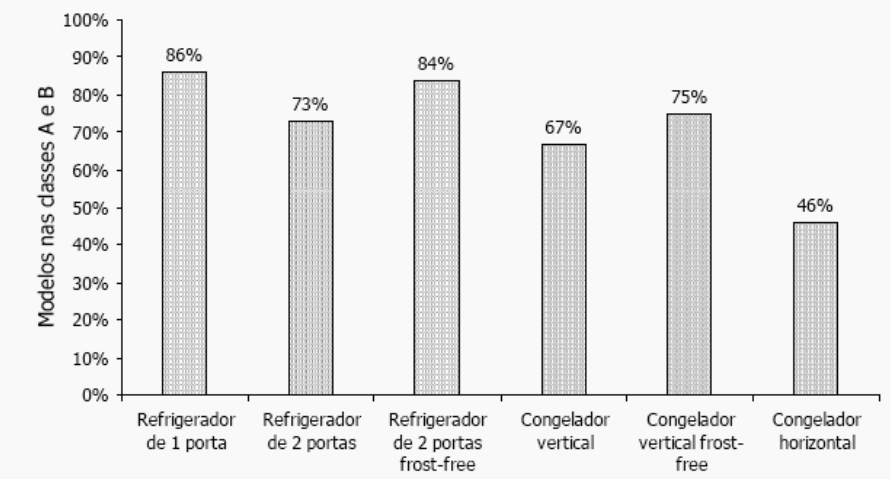



FIGURA 17 – Modelos de sistemas de refrigeração por categoria

Fonte: MME, s.d. e

### 2.3.8 Motores elétricos

Motores elétricos são máquinas destinadas a transformar energia elétrica em energia mecânica. Entre todos os tipos de motores o motor de indução é o mais utilizado, pois ele combina as vantagens da utilização de energia elétrica - baixo

custo, facilidade de transporte, limpeza e simplicidade de comando - com sua construção simples, custo reduzido, melhores rendimentos e grande versatilidade de adaptação às cargas dos mais diversos tipos (WEG, 2006).

Os tipos mais comuns de motores elétricos são os motores de corrente contínua e os motores de corrente alternada.

#### *2.3.8.1 Motores de corrente contínua*

São motores de maior custo e, além disso, precisam de uma fonte de corrente contínua ou de um dispositivo que converta a corrente alternada em contínua. Eles podem funcionar com velocidade ajustável entre limites e são utilizados quando são necessários controles de grande flexibilidade e precisão. Seu uso restringe-se a casos especiais em que as exigências compensam o custo mais elevado da instalação.

#### *2.3.8.2 Motores de corrente alternada*

São os mais utilizados, pois a distribuição de energia elétrica normalmente é feita em corrente alternada. Os principais tipos são:

**a) Motor síncrono:** Funciona com velocidade fixa e é utilizado somente para grandes potências (devido ao seu alto custo em tamanhos menores) ou quando se necessita de velocidade invariável.

**b) Motor de indução:** Funciona normalmente a uma velocidade constante, que pouco varia com a carga mecânica aplicada ao eixo. Devido a sua grande simplicidade, robustez e baixo custo, é o motor mais utilizado de todos, sendo adequado para quase todos os tipos de máquinas acionadas encontradas na prática.

O motor de indução é composto basicamente de duas partes: estator e rotor, como mostra a FIGURA 18.

FIGURA 18 – Motor de indução

Fonte: WEG, 2006

O estator é constituído de:

- carcaça - estrutura suporte do conjunto; é robusta, de ferro fundido, aço ou alumínio injetado, resistente à corrosão e com aletas;
- núcleo de chapas - as chapas são de aço magnético, tratadas termicamente para a redução de perdas no ferro;
- enrolamentos - conjuntos iguais de bobinas, uma para cada fase, constituindo um sistema ligado à rede de alimentação.

Constitui o rotor:

- eixo - transmite a potência mecânica desenvolvida pelo motor. É tratado termicamente para evitar problemas como empenamento e fadiga;
- barras e anéis de curto-circuito - são de alumínio injetado sob pressão numa única peça.

Outras partes de um motor de indução:

- tampa;
- ventilador;
- tampa defletora;

- caixa de ligação;
- terminais
- rolamentos

**Perdas**

A potência útil fornecida pelo motor no eixo é menor que a potência absorvida pela linha de alimentação, ou seja, o rendimento do motor é sempre inferior a 100%. A diferença entre as duas potências representam as perdas, que são transformadas em calor, o qual provoca o aquecimento do enrolamento e deve ser dissipado para fora do motor, evitando que a elevação de temperatura seja excessiva.

O calor gerado pelas perdas no interior do motor é dissipado para o ambiente por meio da superfície externa da carcaça. Nos motores fechados a dissipação é auxiliada pelo ventilador existente no próprio eixo do motor (WEG, 2006).

Uma boa dissipação depende da eficiência do sistema de ventilação, da área total de dissipação da carcaça e da diferença de temperatura entre a superfície externa da carcaça e do ar ambiente.

Um sistema de ventilação bem projetado, além de ter um ventilador eficiente, deve direcionar o ar de modo a “varrer” toda a superfície da carcaça, onde é ocorrida a troca de calor. A área de dissipação deve ser a maior possível. A área de dissipação disponível é limitada pela necessidade da fabricação de motores pequenos e leves. Isso é compensado em parte, aumentando-se a área disponível por meio de aletas de resfriamento, fundidas à carcaça.

O resfriamento eficiente é aquele que consegue dissipar a maior quantidade de calor disponível, através da menor área de dissipação. Para que isso ocorra, é necessário que haja uma boa transferência de calor do interior do motor até a sua superfície externa.

**Motores de alto rendimento**

Os motores de alto rendimento são projetados para fornecer a mesma potência útil (na ponta do eixo) que outros tipos de motores, consumindo menos energia elétrica da rede. O motor alto rendimento tem custo superior ao *Standard*, porém é possível obter o retorno do investimento inicial rapidamente devido à redução do consumo de energia em função de seu elevado rendimento.

Construtivamente, os motores de alto rendimento possuem diversas características, tais quais: chapas magnéticas de melhor qualidade (aço silício); maior volume de cobre, o qual reduz a temperatura de operação; enrolamentos que produzem menos perdas estatóricas; rotores termicamente tratados, o que reduz as perdas rotóricas; altos fatores de enchimento das ranhuras, o que possibilita melhor dissipação do calor gerado; anéis de curto circuito dimensionados para reduzir as perdas pelo efeito Joule (WEG, 2006).

### 2.3.9 Bombas de calor

O princípio de funcionamento da bomba de calor é o mesmo de um refrigerador. Ela pode ser definida como um sistema de refrigeração, no qual a câmara frigorífica é o meio de onde se retira e se transfere calor para aquecer, por meio de um gás refrigerante em circuito fechado, um determinado ambiente. Para que isso seja possível, além do ventilador, condensador, evaporador e compressor, deve-se adicionar o trabalho de um motor. Nesse caso, o interesse é no aproveitamento do calor conduzido para o condensador, e não para o evaporador, que é o caso da refrigeração (PROCEL, 2005). A FIGURA 19 ilustra o circuito de uma bomba de calor.

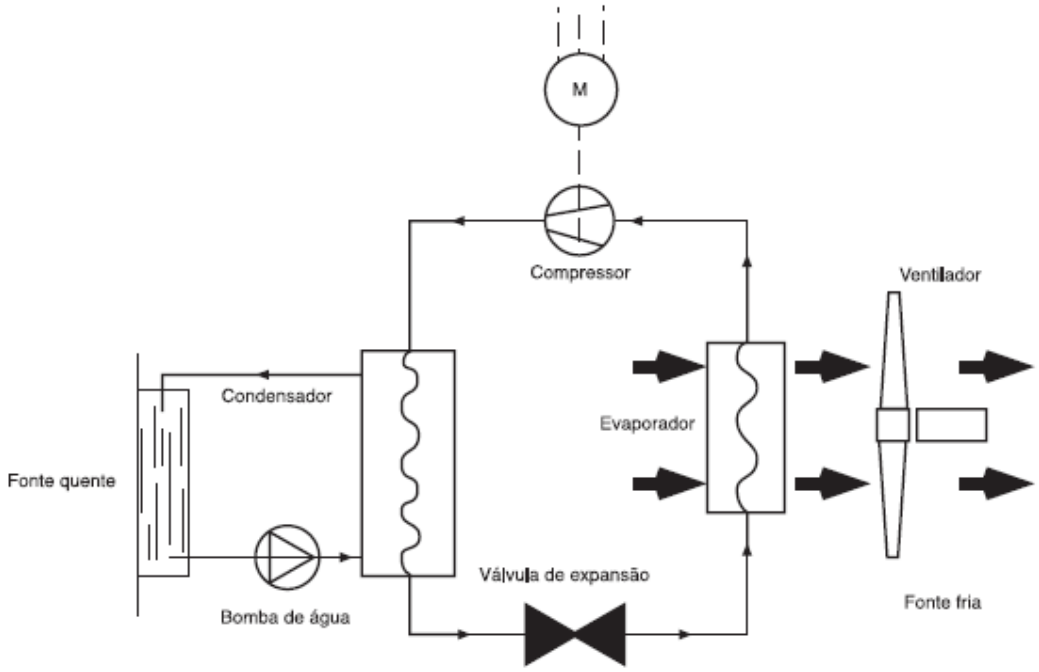



FIGURA 19 – Circuito de bomba de calor

Fonte: PROCEL, 2005

O COP (coeficiente de performance) se refere à eficiência da bomba de calor, e é dado pela fórmula:

$$COP = \frac{Q}{W} \qquad \textbf{(2.1)}$$

Sendo:

Q: energia térmica utilizável no condensador;

W: total de energia consumida para a operação.

Como o calor retirado no condensador é maior que o somatório dos consumos dos motores do compressor, da bomba de água e do ventilador, essa relação é maior do que 1. Quanto maior o COP, mais eficiente é a bomba. Máquinas menores e menos eficientes possuem COP de 2 a 3. Já as maiores e mais eficientes apresentam valores de 5 a 6.

A aplicação ideal da bomba de calor é em locais que requerem frio e calor simultaneamente, como indústrias alimentícias e químicas, hospitais e hotéis, e

ainda é considerada uma tecnologia nova com custo inicial alto. Assim, deve-se fazer uma análise de viabilidade econômica criteriosa antes da sua aplicação.

A FIGURA 20 ilustra uma piscina aquecida por bomba de calor.

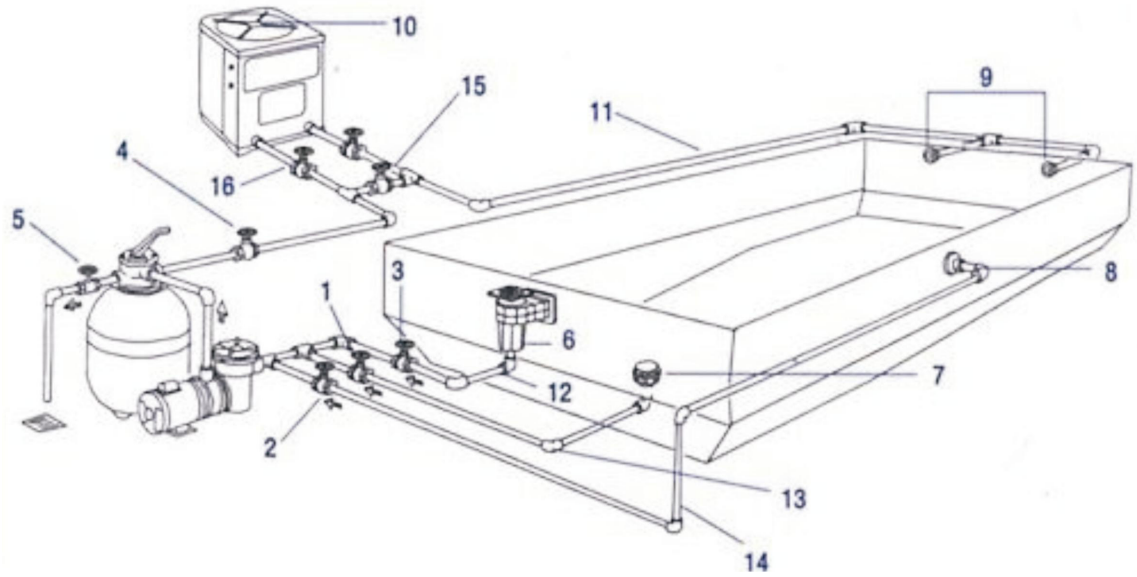



FIGURA 20 – Esquema de instalação da bomba de calor na piscina

Fonte: A 30 Graus, s.d.

Sendo:

1 – Registro do Ralo de Fundo
2 – Registro do Aspirador
3 – Registro do *Skimmer*
4 – Registro do Retorno
5 – Registro do Esgoto
6 – *Skimmer*
7 – Ralo de Fundo
8 – Aspiração
9 – Retorno
10 – Trocador de Calor
11 – Tubulação de Retorno
12 – Tubulação do *Skimmer*
13 – Tubulação do Ralo de Fundo
14 – Tubulação de Aspiração
15 – *By Pass*
16 – Registro de Manutenção

## *2.4 ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA*

De acordo com (TOLEDO, 2000) a arquitetura bioclimática é voltada para a integração do homem com a natureza e para a adaptação da obra ao meio ambiente. Ela é projetada para não causar desperdícios ou gastos desnecessários com energia.

Há quatro fatores determinantes que exercem influência sobre o consumo de energia elétrica de uma edificação, são eles:

- fatores climáticos: temperatura do ambiente, velocidade e direção dos ventos, nível de radiação solar e umidade do ar;
- fatores de entorno: massa de água da região, posição relativa entre as edificações, características da vegetação e da paisagem, além da topografia do local;
- fatores intrínsecos: características físicas dos materiais de construção, implantação, características morfológicas e dos ambientes internos da edificação;
- fatores internos: natureza e número dos equipamentos instalados, atividades desenvolvidas, quantidade de pessoas e período de ocupação do ambiente.

Esses fatores influenciam diretamente no consumo de energia elétrica da obra. Em função disso, existem diversas medidas adotadas com a finalidade de otimizar os recursos energéticos nas edificações, como:

- orientar as aberturas de acordo com a direção e velocidade dos ventos, proporcionando abundante ventilação e circulação de ar à edificação;
- empregar vidros nas aberturas conforme a necessidade de luz natural e do desempenho térmico do ambiente;
- selecionar materiais de construção com o menor conteúdo energético possível, levando em consideração a energia dispensada desde a sua fabricação e transporte, até sua obra;
- orientar a edificação para que explore a iluminação natural e favoreça os ganhos de calor solar;

- proporcionar a circulação de ar no ambiente, para isso é necessária a retirada do ar quente por meio de exaustores eólicos ou aberturas no telhado;
- criar um microclima refrescante aos espaços interiores da edificação por meio de uma superfície gramada exposta ao sol;
- permitir a incidência direta da radiação solar no interior do recinto para aquecer os ambientes;
- jardins de inverno capturam a radiação solar e a distribui indiretamente no ambiente;
- aplicar cores escuras nas superfícies exteriores para absorver maior radiação solar e proporcionar o aquecimento da obra. De forma complementar, aplicar cores claras, as quais proporcionam maior reflexão dos raios solares, para reduzir os ganhos de calor, porém elevam a reflexão de luz quando empregadas em ambientes interiores;
- utilizar árvores caducas para o sombreamento de janelas, pois no verão elas proporcionam sombra sem bloquear a luz natural e no inverno, quando estas árvores estiverem sem folhas, permitem a incidência de sol para o aquecimento do ambiente;
- a obra deve privilegiar o uso do sistema solar para aquecimento de água ou geração de energia elétrica;
- proporcionar bom isolamento térmico ao utilizar aquecimento artificial de um ambiente;
- aproveitar a luz natural sempre que possível.

## *2.5 CONDIÇÕES GERAIS DE FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA*

Este item refere-se às condições gerais de fornecimento de energia elétrica necessárias para as análises tarifárias das instituições.

A análise tarifária em uma entidade é de extrema importância para a determinação da modalidade tarifária e contratação de valores de demanda de modo que haja o menor gasto possível com o consumo de energia elétrica (ALVAREZ, 1998).

O estudo tarifário deve ser feito sempre que as características de consumo da instalação passarem por alterações radicais, seja por aumento ou redução da potência instalada de algum uso final, por mudança nos hábitos de uso ou pela mudança na sua matriz energética. Isso deve ser feito para avaliar se o contrato vigente é vantajoso ou se pode ser substituído.

Para diagnósticos energéticos, a análise tarifária deve ser realizada em dois cenários. O primeiro cenário a ser estudado é o atual, para avaliar se os valores atuais contratados são adequados para a instalação, ou seja, se não há falta ou excesso na demanda contratada e se não há um baixo fator de potência na instalação. O outro cenário é o que leva em conta os valores de demanda estimados com a implantação das ações previstas no diagnóstico energético.

#### *2.5.1.1 Grupos de consumidores*

Os consumidores podem ser livres ou cativos. Os consumidores cativos são divididos em dois grupos: A e B (ANEEL, 2000 b).

**a) Consumidor do grupo B**

Consumidores cuja tensão de fornecimento é menor que 2,3 kV. São subdivididos em (ANEEL, 2000 b):

- subgrupo B1: consumidor residencial;
- subgrupo B1: consumidor residencial de baixa renda;
- subgrupo B2: consumidor rural;
- subgrupo B3: demais classes;
- subgrupo B4: iluminação pública.

Fatura-se esse consumidor apenas pelo seu consumo de energia ativa, salvo casos em que o consumidor possui um medidor de reativo em suas instalações.

**b) Consumidor do grupo A**

Consumidores que possuem a tensão de fornecimento de energia elétrica igual ou superior a 2,3 kV. São subdivididos em (ANEEL, 2000 b):

- subgrupo A1: tensão de fornecimento igual ou superior a 230 kV;
- subgrupo A2: tensão de fornecimento de 88 a 138 kV;
- subgrupo A3: tensão de fornecimento de 69 kV;
- subgrupo A3a: tensão de fornecimento de 30 a 44 kV;
- subgrupo A4: tensão de fornecimento de 2,3 a 25 kV;
- subgrupo AS: tensão de fornecimento inferior a 2,3 kV, atendidos por sistemas subterrâneos de distribuição e faturados neste grupo em caráter opcional.

Fatura-se esse consumidor pela demanda, consumo e fator de potência da sua instalação. Os parâmetros para a cobrança desses podem variar de acordo com as horas do dia (horário de ponta e fora de ponta) e meses do ano (período seco e úmido), são os chamados sistemas horo-sazonais.

**c) Consumidor livre**

Esses consumidores além de terem livre acesso aos sistemas de transmissão e distribuição, têm a liberdade de negociar as condições de fornecimento e de escolher o seu fornecedor de energia elétrica. Podem ser consumidores livres:

- empresas conectadas ao sistema elétrico anteriormente a julho de 1.995, com tensão de conexão inferior a 69 kV e com demanda superior a 3.000 kW (segundo a lei 9.074, de 7 de julho de 1.995). Esses consumidores podem adquirir energia somente das fontes incentivadas, como PCH, eólicas e biomassa;

- empresas ligadas após julho de 1.995 que tenham demanda contratada superior a 3.000 kW. Esses consumidores podem contratar energia tanto de fontes convencionais (distribuidoras de energia elétrica) quanto de fontes incentivadas, independentemente da tensão a qual estão conectados;
- consumidor ou conjunto de consumidores, contanto que possuam o mesmo CNPJ ou estejam em áreas contíguas, cuja demanda total seja superior a 500 kW. Essas empresas só podem adquirir energia proveniente das fontes incentivadas.

Na TABELA 7, encontram-se os requisitos necessários para ser um consumidor livre (Iguaçu, s.d).

TABELA 7 – Requisitos para ser consumidor livre

| Demanda Contratada | Conexão | Fonte de Energia |
|---|---|---|
| ≥ 3.000 kW | ≥ 69 kV | Convencional ou Incentivada |
| ≥ 3.000 kW | ≥ julho/95 | Convencional ou Incentivada |
| ≥ 500 kW | AT | Incentivada |

Fonte: Iguaçu, s.d.

#### *2.5.1.2 Horário de ponta*

É o intervalo de três horas consecutivas em um dia definido pela concessionária, de segunda a sexta-feira, exceto feriados nacionais (ANEEL, 2000 b).

#### *2.5.1.3 Horário fora de ponta*

É o período compreendido pelas horas complementares às do horário de ponta (ANEEL, 2000 b).

#### *2.5.1.4 Período seco*

Período de maio a novembro, totalizando sete meses consecutivos no ano (ANEEL, 2000 b).

#### *2.5.1.5 Período úmido*

Período de dezembro a abril, somando cinco meses consecutivos no ano (ANEEL, 2000 b).

#### *2.5.1.6 Estrutura tarifária*

Dependendo da tensão de conexão e da demanda de potência contratada, os consumidores do grupo A podem optar pela tarifa convencional, horo-sazonal verde ou horo-sazonal azul (ANEEL, 2000 b).

**a) Tarifa Convencional**

Aplicam-se as tarifas de consumo de energia elétrica e demanda de potência independentemente da época do ano ou das horas de utilização do dia. Para que o consumidor possa optar por essa modalidade tarifária é necessário que ele tenha uma tensão de fornecimento de energia inferior a 69 kV e possua uma demanda mensal contratada entre 30 e 299 kW.

**b) Tarifa Horo-Sazonal**

Essa modalidade tarifária apresenta tarifas diferenciadas de consumo de energia e de demanda de potência para as horas de utilização do dia e para os períodos do ano. É subdividida em tarifa horo-sazonal verde e tarifa horo-sazonal azul.

*- Tarifa Horo-Sazonal Verde*

Os consumidores adeptos dessa modalidade possuem tarifas diferenciadas de acordo com as horas do dia e dos períodos do ano apenas para o seu consumo de energia elétrica, ou seja, aplica-se uma tarifa única de demanda de potência para esse consumidor.

A tarifa horo-sazonal verde pode ser aplicada para consumidores com tensão de fornecimento inferior a 69 kV, com demanda de potência mínima de 30 kW.

*- Tarifa Horo-Sazonal Azul*

Nesta modalidade aplicam-se tarifas diferenciadas de acordo com as horas do dia e dos períodos do ano tanto para o consumo de energia quanto para a demanda de potência.

Esta tarifa pode ser aplicada para todos os consumidores do grupo A, sendo obrigatória para consumidores cuja tensão de fornecimento for superior a 69 kV (ANEEL, 2000 b).

## *2.6 ENDOMARKETING*

*Endomarketing* são ações de *marketing* voltadas para os funcionários e colaboradores das empresas e organizações. Tem por principal objetivo entretê-los a fim de obter resultados eficientes para a empresa.

O *endomarketing* melhora a comunicação e o relacionamento interpessoal, além de motivar as pessoas para o comprometimento com o sistema organizacional. Isso otimiza a produtividade e proporciona um melhor entendimento da meta da empresa, o que permitirá o seu crescimento econômico.

Para que se tenha sucesso com a aplicação do *endomarketing*, é necessária atitude e comunicação durante o processo. Atitude porque conscientiza o usuário da importância estratégica do serviço a ser realizado e é por meio dela que se

demonstra o envolvimento, a valorização e o comprometimento do funcionário com as ações implementadas.

A comunicação é importante porque estabelece um sistema de informações que possibilita a todos o cumprimento das tarefas com eficiência (PRATES, 2000).

O *endomarketing* para as entidades filantrópicas resume-se em aplicações de diversas medidas a serem realizadas pelos usuários e colaboradores das instituições, com o objetivo de aprimorar os processos internos das mesmas.

No âmbito da eficiência energética para essas entidades, pode-se focar o *endomarketing* por meio do emprego de ações que viabilizem a economia de energia elétrica evitando o desperdício nas instalações.

## *2.7 METODOLOGIAS PARA DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO*

### 2.7.1 Metodologia 1

Esta metodologia baseia-se nos estudos de Alvarez. Ela é dividida em 7 etapas que são mensuradas a seguir (ALVAREZ, 1998).

#### *2.7.1.1 Introdução*

De acordo com Alvarez, uma entidade que deseja realizar um programa de eficiência energética tem a consciência de que há desperdício de energia em suas instalações. Um diagnóstico energético é muito importante para o controle e a análise do uso de energia elétrica, ele combate o consumo irracional de energia e possibilita a redução nos gastos com a mesma (ALVAREZ, 1998).

Diagnósticos energéticos abrangem diversas atividades distintas, as quais variam conforme a finalidade e a utilização da instalação.

Em um diagnóstico energético são apresentados métodos e procedimentos para coletas de dados e determinação dos consumos de energia elétrica global e desagregado em usos finais. Com isso, é possível o cálculo de vários indicadores do uso da energia, muito utilizados nos diagnósticos para a determinação dos problemas e suas soluções.

Cada uso final possui uma metodologia adequada para a determinação do seu potencial de conservação de energia elétrica.

Para que um diagnóstico energético se sustente à longo prazo, são necessárias atividades técnicas implementáveis e também fatores não técnicos, como o engajamento participativo de todas as pessoas que compõem a entidade.

#### *2.7.1.2 Etapas*

As metodologias de um diagnóstico energético seguem um plano de ações padrão, sofrendo algumas alterações segundo as particularidades de cada caso analisado. De modo geral, são as seguintes etapas:

- auditoria Inicial – visita preliminar à instalação;
- levantamento de dados – medição, inspeção, dentre outros;
- análise técnica dos dados coletados – interpretação dos dados e determinação do consumo separado por uso final;
- estudo das alternativas para os usos finais identificados – alternativas tecnológicas;
- determinação do potencial de conservação de energia elétrica;
- análise da viabilidade econômica das alternativas propostas;
- análise tarifária.

**a) Auditoria inicial**

O primeiro objetivo da visita de inspeção inicial à instalação é obter a permissão para a execução das atividades no interior da entidade. Outro objetivo é conhecer previamente tanto as instalações como a equipe da instituição que servirá de base de apoio para fornecer documentos e informações necessárias para o desenvolvimento do diagnóstico energético.

Na visita preliminar deve ser realizado um levantamento geral de informações sobre a entidade, do qual seja possível ter uma visão macroscópica da instalação, escolher os pontos de medição e solicitar diagramas unifilares e faturas de energia elétrica.

**b) Levantamento de dados**

Essa etapa é uma das mais importantes, pois dela dependem todas as outras. Os dados coletados nesta etapa servirão de base para as demais análises. O levantamento de dados deve ser criteriosamente realizado, já que os resultados do diagnóstico dependem da precisão dessas informações. As principais fontes de informações para essa etapa são obtidas por meio de levantamentos de dados por inspeção, faturas de energia elétrica, memória de massa e medição direta.

*- Levantamento de dados por inspeção*

O levantamento de dados por inspeção é o procedimento de coleta de dados correspondente às características físicas e aos hábitos de uso final da instalação, como sistemas de iluminação, chuveiros elétricos, bombas de calor, motores elétricos, entre outros equipamentos.

Os principais dados necessários nessa coleta são:

- localização do ambiente;
- finalidade;
- área útil total;

- pé direito;
- características de ocupação;
- número de usuários;
- horário de funcionamento;
- horário de operação;
- tensão de operação;
- sistema de iluminação;
- tecnologia de iluminação (quantidade e potência de lâmpadas, tipos de luminárias, tipos de lâmpadas, estado de conservação, etc.);
- área iluminada;
- nível de iluminamento médio;
- quantidade de acionamentos (interruptores);
- aproveitamento da iluminação natural;
- sistema de ar condicionado;
- tecnologia de ar condicionado (central, aparelhos de janela, etc.);
- área climatizada;
- temperatura do ambiente;
- condições de isolamento e vedação;
- equipamentos (estado, quantidade, potência, horário de funcionamento, etc.);
- tempo de utilização de todos os usos finais.

*- Faturas de energia*

As faturas de energia elétrica são expedidas mensalmente pela concessionária, enquanto que a memória de massa dos medidores de energia deve ser solicitada. Essas são fontes de dados confiáveis e de fácil acesso.

Para analisar a evolução do consumo e demanda de energia elétrica da instalação, é necessário no mínimo faturas de doze meses anteriores, porém recomenda-se que seja analisado um horizonte maior, de trinta e seis meses.

Nas faturas de energia elétrica encontram-se:

- identificação do consumidor;
- número da conta;
- data de leitura e mês de referência;
- número do medidor;
- campo de atividade do consumidor;
- sazonalidade;
- modalidade tarifária;
- valor da fatura e dos impostos (R$);
- medições de grandezas elétricas;
  - consumo de energia ativa (kWh);
  - consumo de energia reativa (kvarh);
  - demanda registrada (kW);
  - demanda faturada (kW);
  - fator de carga.

*- Medição direta*

Outra maneira de se obter informações sobre o comportamento elétrico da instituição é por meio de um equipamento eletrônico microprocessado conhecido como analisador de energia. Esse analisador mede continuamente parâmetros de energia elétrica fornecendo registros a cada intervalo de tempo programável por quem o opera, apresentando curvas e tabelas como dados de saída. Esse equipamento é instalado no ponto de interesse da instalação, monitorando o seu consumo de energia diário. A monitoração durante uma semana com leituras em

intervalos de quinze minutos é satisfatória para a determinação do comportamento energético da instalação.

Em geral, os dados armazenados na memória de massa do analisador de energia são:

- tempo;
- tensões de fase;
- correntes de fase;
- potências ativas;
- potências reativas.

Posteriormente, esses dados registrados são transmitidos para um computador para receber tratamento matemático. Assim, outras grandezas elétricas não monitoradas pelo analisador de energia podem ser calculadas, como o fator de potência, o consumo de ativos, a demanda média e o fator de carga.

O fator de potência é calculado por:

$$\cos\varphi = \cos(\text{arctg}(Q/P)) \qquad \textbf{(2.2)}$$

Sendo:

P: potência ativa;

Q: potência reativa.

Para determinar o consumo de ativos, pode ser utilizado a integração numérica pelo Método dos Trapézios:

$$C = \sum_{i=0}^{n-1} \frac{(P_i + P_{i+1})}{2} \cdot \Delta h \qquad \textbf{(2.3)}$$

Sendo:

$C$: consumo ativo;

$P_i$: potência ativa da i-ésima medição;

$\Delta h$: intervalo de tempo entre medições.

O cálculo da demanda média é dado pela relação entre o consumo do período sobre o intervalo de tempo respectivo. O fator de carga resulta da divisão da demanda média pela demanda máxima registrada.

**c) Análise técnica dos dados coletados**

Após a etapa anterior, os dados coletados devem ser analisados para possibilitar o conhecimento do perfil de consumo da instalação. Primeiramente, é necessário a avaliação dos indicadores globais e então a determinação do potencial de conservação de energia para cada uso final.

*- Consumo global*

Como o principal objetivo a ser atingido em um diagnóstico é a redução do consumo e do custo da energia elétrica, é fundamental que se conheça o consumo global da instalação.

O consumo global pode ser obtido de três maneiras: pelas faturas de energia, por medições diretas e pela estimativa de dados coletados por inspeção. A aplicação das diferentes formas de obtenção do consumo podem fornecer dados complementares. Por outro lado, a comparação entre elas pode gerar divergências.

Para que os valores obtidos na medição direta sejam próximos aos apresentados na fatura, deve se aplicar uma correção para o período de medição, ou seja, ele deve ser tomado como referência e estendido ao longo do mês.

A correção é feita conforme a equação:

$$C_{CORRIGIDO} = N_{DIA\ ÚTIL} \cdot C_{DIA\ ÚTIL} + N_{FINAL\ DE\ SEMANA} \cdot C_{FINAL\ DE\ SEMANA} \quad \textbf{(2.4)}$$

Sendo:

$C_{CORRIGIDO}$ : consumo corrigido obtido por medição direta;

$C_{DIA\ ÚTIL}$ : consumo médio nos dias úteis medidos;

$C_{FINAL\ DE\ SEMANA}$ : consumo médio nos dias de fim de semana medidos;

$N_{DIA\ ÚTIL}$ : números de dias úteis dentro do período de medição da concessionária;

$N_{FINAL\ DE\ SEMANA}$ : números de dias de finais de semana dentro do período de medição da concessionária.

O consumo global obtido via inspeção de ambientes é calculado pela soma dos consumos individuais dos equipamentos. Por sua vez, o consumo individual de cada equipamento é a multiplicação da potência média pelo tempo mensal de operação. Essa alternativa já apresenta o consumo separado em uso final, o que facilita a identificação de pontos onde há potencial de conservação de energia.

*- Consumo desagregado em usos finais*

Para a determinação do potencial de conservação de energia é necessário que o consumo global de instalação seja separado de maneira a demonstrar o consumo de cada uso final, como motores elétricos, sistemas de iluminação, sistemas de ar condicionado, sistemas de aquecimento, sistemas de ar comprimido, sistemas de refrigeração, entre outros sistemas e equipamentos.

O valor de consumo mais próximo do real é obtido por medições diretas nos circuitos de alimentação de cada uso final. Entretanto, a maioria das instalações não possui circuitos exclusivos para cada sistema. Nesse caso, deve-se desagregar o consumo global utilizando o fator de carga e a demanda dos usos finais.

O fator de carga global da instalação dá-se por:

$$F_{CARGA} = \frac{D_{MÉDIA}}{D_{MÁXIMA}} \qquad \textbf{(2.5)}$$

Sendo:

$F_{CARGA}$ : fator de carga global da instalação;

$D_{MÉDIA}$ : demanda média da instalação;

$D_{MÁXIMA}$ : demanda máxima da instalação.

Calcula-se do fator de carga para cada uso final da mesma maneira, usando os valores relativos ao uso final.

$$F'_{CARGA} = \frac{D'_{MÉDIA}}{D'_{MÁXIMA}} \quad \textbf{(2.6)}$$

Sendo:

$F'_{CARGA}$ : fator de carga do uso final;

$D'_{MÉDIA}$ : demanda média do uso final;

$D'_{MÁXIMA}$ : demanda máxima do uso final.

O fator de demanda é dado por:

$$F'_{DEMANDA} = \frac{D'_{MÁXIMA}}{P'_{INSTALADA}} \quad \textbf{(2.7)}$$

Sendo:

$F'_{DEMANDA}$ : fator de demanda do uso final;

$D'_{MÁXIMA}$ : demanda máxima por uso final;

$P'_{INSTALADA}$ : potência instalada por uso final.

Analisando as duas equações anteriores, determina-se a relação abaixo:

$$D'_{MÉDIA} = F'_{CARGA} \cdot F'_{DEMANDA} \cdot P'_{INSTALADA} \quad \textbf{(2.8)}$$

Como,

$$D = \frac{C}{\Delta t} \qquad \textbf{(2.9)}$$

$D$ : demanda;

$C$ : consumo;

$\Delta t$ : intervalo de tempo considerado.

Tem-se o consumo por uso final, dado por:

$$C' = F'_{CARGA} \cdot F'_{DEMANDA} \cdot P'_{INSTALADA} \cdot \Delta t \qquad \textbf{(2.10)}$$

Sendo:

$C'$ : consumo por uso final;

$\Delta t$ : intervalo de tempo considerado.

Caso desconhecido, considera-se fator de carga de uso final igual ao global.

Tem-se:

$$C' = F_{CARGA} \cdot F'_{DEMANDA} \cdot P'_{INSTALADA} \cdot \Delta t \qquad \textbf{(2.11)}$$

Para instalações que não possuem circuitos exclusivos, utiliza-se o procedimento descrito acima para o cálculo do consumo de cada uso final, resultando em apenas um valor estimado. Há vários fatores que influenciam a discrepância entre o valor real medido e o estimado, entre eles podem-se citar as premissas: consideração de fatores de demanda típicos e a hipótese de igualar fatores de carga por uso final com fator de carga global da instalação. Ainda sim, o valor estimado do consumo desagregado pode ser considerado um bom indicador do potencial de conservação de energia.

*- Indicadores do uso de energia elétrica*

A partir das informações coletadas na fase de levantamento de dados da instalação obtém-se um conjunto de indicadores de uso de energia. Os indicadores permitem um estudo mais aprofundado para a realização do diagnóstico energético e refletem o perfil de consumo da instalação, tornando possível a determinação do seu potencial de conservação.

O acompanhamento dos indicadores do uso de energia elétrica resulta na criação de um banco de dados com valores típicos obtidos de instalações com características parecidas para cada tipo de atividade. Por meio de comparações entre os indicadores obtidos na inspeção da instalação e os valores típicos do banco de dados otimizam-se análises e ações.

Os indicadores do uso de energia elétrica não fazem parte apenas da fase de levantamento de dados. Eles são vistos também durante a implementação e evolução de medidas de conservação de energia. Dessa maneira, torna-se possível planejar ações futuras e corrigir as que já estão em andamento, diminuindo os gastos e aumentando resultados.

Dentro desta metodologia, são dados como principais os seguintes indicadores:

Fator de Carga

O fator de carga é imprescindível para análises energéticas de uma instalação. Ele representa, de um modo geral, a maneira de utilização de energia elétrica na instalação, e é dado pela equação 2.5, como já foi visto.

Quanto mais próximo de um for o valor do fator de carga, maior o uso racional do sistema. Um valor baixo do fator de carga indica que há um gerenciamento inadequado da utilização de energia.

Consumo mensal por área útil

O indicador consumo mensal por área útil se dá pela relação do consumo mensal total pela área útil da instalação e é expresso em kWh/mês.$m^2$. Esse indicador é usado para comparar instalações que possuam usos semelhantes.

Consumo mensal em iluminação por área iluminada

O indicador consumo mensal em iluminação por área iluminada é a relação entre o consumo de energia elétrica do uso final iluminação por área iluminada da instalação, sendo também expresso em kWh/mês.$m^2$. Ele reúne informações como tecnologia aplicada e hábitos de utilização. É utilizado em comparações do consumo entre ambientes que possuam mesma atividade.

Consumo mensal em ar condicionado por área climatizada

Este indicador pode ser definido de forma análoga ao indicador anterior, porém leva em consideração o uso final ar condicionado. Também é dado em kWh/mês.$m^2$.

Potência instalada em iluminação por área iluminada

Esse indicador pode ser comparado com o indicador consumo mensal em iluminação por área iluminada, porém considera apenas a tecnologia aplicada no sistema. Por não considerar os hábitos de utilização é um indicador mais específico e permite analisar o potencial de conservação de energia elétrica no uso final iluminação quando comparado com valores típicos de outras tecnologias de iluminação. O indicador é dado em W/$m^2$, e se possuir um valor alto indica que o sistema de iluminação está superdimensionado.

Potência instalada em iluminação por número de interruptores

Esse indicador tem o objetivo de analisar a seletividade do sistema de iluminação. É expresso em W e indica o desempenho de um acionamento, relacionando o controle de um interruptor sobre um conjunto de luminárias de um ambiente e a sua ocupação. Visa encontrar a melhor solução para a utilização do sistema de iluminação sem desperdícios.

Potência instalada em ar condicionado por área climatizada

Este indicador é expresso em $W/m^2$, e pode ser definido da mesma maneira que o indicador anterior, porém considerando o ar condicionado como uso final.

Porcentagem de luminárias defeituosas

É um indicador que permite avaliar o estado de conservação do uso final iluminação. Caso esse indicador apresente um valor acima de 5%, é provável que o sistema quase não seja submetido à manutenção, ou então ele está superdimensionado, com grande quantidade de lâmpadas queimadas e sem diminuição na qualidade da iluminação.

Consumo mensal por usuário equivalente

O indicador enfoca o uso individual da energia, em média, na instalação por um período de um mês. É dado por kWh/UE.mês.

**d) Estudo de alternativas para os usos finais identificados**

Para implementar a política de uso racional de energia seguem-se duas linhas básicas. A primeira são as medidas de intervenção que correspondem às soluções relacionadas à substituição de equipamentos por novas tecnologias mais eficientes. A segunda linha abrange as medidas de conscientização, que objetiva a reeducação

dos usuários no que se refere ao uso racional de energia por meio de campanhas publicitárias internas.

**e) Determinação do potencial de conservação de energia elétrica**

A partir da identificação dos sistemas que sofrerão mudanças estruturais, deve-se então partir para a determinação dos potenciais de conservação de energia elétrica de cada uso final da instalação.

O potencial de conservação de cada uso final é calculado por meio da comparação do consumo de energia do sistema atual desagregado em usos finais com o consumo previsto depois das implementações consideradas.

Uma vez determinados os potenciais de conservação de energia de cada uso final, estima-se o potencial de conservação total pela soma dos potenciais de cada uso final.

**f) Análise de viabilidade econômica das alternativas propostas**

O intuito ao se implantar um sistema mais econômico e eficiente energeticamente não é somente a diminuição do consumo como também a redução de gastos com a energia. Para que ambos objetivos sejam atendidos, é interessante que seja realizada uma análise prévia da viabilidade econômica da alternativa, o que prevê o resultado de sua aplicação.

Para analisar se as medidas de uso eficiente e racional da energia elétrica apresentam-se viáveis ou não são utilizados o método do tempo de retorno, o método dos equivalentes uniformes anuais e o custo da energia conservada, descritos nos itens 2.8.1, 2.8.2 e 2.8.3.

### 2.7.2 Metodologia 2

Esta metodologia é baseada nos estudos de (FILIPINI, 2005). Ela é dividida em 2 etapas. A primeira etapa é a execução dos trabalhos e compreende medições, análise das faturas e usos finais. A segunda etapa é a realização do relatório final, na qual é descrito o modelo de apresentação final do diagnóstico energético.

#### *2.7.2.1 Etapas*

**a) Execução dos trabalhos**

Nesta primeira etapa, analisam-se as medidas existentes no pré-diagnóstico para verificar o nível de aprofundamento que os serviços de diagnóstico energético irão alcançar.

Então, elabora-se um diagnóstico energético conforme a metodologia apresentada abaixo, detalhando os pontos que apresentaram oportunidades de potencial de conservação no relatório preliminar.

***Medição***

A fim de realizar o estudo energético, deve-se partir para o levantamento em campo. A seguir é apresentada uma estrutura de coleta de dados sugerida como relação básica e mínima de dados necessários, porém deve ser avaliada a necessidade de outros equipamentos durante o planejamento das ações. Os materiais básicos necessários são:

- alicate multímetro;
- analisador de energia elétrica;
- analisador para monitoramento on-line de motores elétricos;
- cronômetro, bússola e horímetro;
- luxímetro;

- manômetro;
- termômetro digital com sensores de contato;
- maleta com análise de gases de combustão;
- termômetro bimetálico;
- trena;
- lápis, borracha, prancheta de mão ou microcoletor de dados;
- chave de fenda, alicate, chave Philips, um jogo de chave de estria e de chave de boca;
- utilização de analisadores de energia elétrica e harmônico para que a supervisão de cargas (demanda e consumo de energia) seja individual ou setorial;
- capacetes, luvas de borracha com isolamento para 5 kV, cinto de segurança, luvas de raspa, óculos de segurança e sapato isolante.

***Faturas de utilidades***

Para uma análise mais segura, deve-se trabalhar com as últimas 24 faturas de energia elétrica. As faturas deverão ser comparadas com as curvas de carga levantadas nas medições realizadas em campo. Para se obter o consumo de cada insumo, deve-se analisar cada curva separadamente. Conforme os resultados das análises os insumos atuais podem ser substituídos por outro mais eficiente, sofrer uma readequação no seu contrato de compra ou ainda sofrer processo de reciclagem.

***Bombas e motores***

No caso de bombas e motores, os dados necessários para análise são:

- dados de placa dos equipamentos;
- medições de corrente, tensão, potência e fator de potência de cada equipamento;

- análise da curva de carga, rendimento e fator de potência de cada motor;
- temperatura de operação;
- tipo e estado de transmissão do motor;
- avaliar aplicação de controladores de velocidade;
- condições dos cabos e isolamentos;
- proteções e acionamentos associados a cada motor;
- regime de funcionamento;
- funcionamento em horário de ponta;
- diâmetro do rotor, diâmetro de entrada e saída e altura manométrica da tubulação das respectivas bombas acopladas aos motores;
- estado das tubulações e verificação de vazamentos.

***Iluminação***

Para análise dos ambientes iluminados, são necessários os seguintes dados:

- tipo, potência e modelo das lâmpadas, reatores e ignitores;
- tipo e modelo das luminárias existentes;
- análise dos acessórios da luminária;
- cor do teto, chão e paredes;
- porcentagem de área envidraçada;
- limpeza do ambiente e equipamentos;
- área e pé direito do ambiente;
- distância da luminária ao chão;
- nível de iluminância médio do ambiente (lux);
- medição de corrente, tensão e fator de potência nos circuitos da iluminação;
- tempo de funcionamento de cada ambiente;
- avaliação luminotécnica;
- análise da participação de iluminação no consumo total.

***Refrigeração***

Para equipamento de condensação refrigerada a ar, devem-se levantar os seguintes dados:

- modelo e fabricante do equipamento;
- capacidade em TR em Mcal/h;
- potência em kW;
- horas de funcionamento por mês;
- verificação da formação de gelo;
- características do local de instalação do condensador;
- condições de limpeza do condensador;
- condição da hélice;
- análise do escoamento do ar;
- análise do conjunto motor/compressor;
- verificação de vazamento de óleo;
- análise do nível da instalação do compressor em relação ao evaporador;
- verificação do separador de óleo;
- análise dos motores.

**b) Relatório final**

O Relatório Final deve apresentar, de maneira sucinta, as condições atuais operacionais e tecnológicas, por meio de curvas, diagramas funcionais, fotos. Deve indicar as medidas a serem tomadas para se obter melhorias em eficiência energética nos sistemas. A seguir, encontram-se as partes que devem ser encontradas no Relatório Final com seus respectivos subitens:

***Capa do relatório***

- logotipos das empresas responsáveis pelo relatório;
- título do relatório;
- foco e nome do local trabalhado com sua especificação se houver filiais;
- data de realização do relatório.

***Contra capa***

- papel timbrado da empresa executora;
- tipo e título do documento;
- código do documento e controle de revisões;
- dados do cliente, da unidade trabalhada e dos responsáveis técnicos;
- local de armazenamento do arquivo magnético;
- cálculo da média aritmética das correntes instantâneas das fases A, B e C;
- cálculo da média aritmética do consumo de energia, dos últimos 6 meses, transformando para GJ/mês.

***Carta de apresentação ao cliente***

- papel timbrado, razão social e endereço da empresa;
- assunto;
- texto reconhecendo os interesses do cliente;
- conceitos básicos de projetos energéticos;
- data de início dos trabalhos;
- quadro resumo dos resultados esperados;
- investimento necessário para a redução na conta de energia;
- parâmetros adotados para realização do relatório; contatos.

***Sumário***

- lista dos itens e assuntos do relatório identificando as respectivas páginas; relação de tabelas, gráficos, fotos, dentre outros.

***Resumo executivo***

- resumo de todas as medidas mencionadas no relatório, com seus respectivos dados de energia economizada, investimento e tempo de retorno.

***Apresentação***

- conceito de diagnóstico energético e sua finalidade;
- importância do estudo para a empresa, concessionária e país;
- incentivos e recursos de órgãos envolvidos.

***Introdução***

- modo como o estudo foi realizado;
- importância do estudo para implementação dos projetos.

***Objetivos***

- medidas eficientes que serão implementadas com seus investimentos e benefícios energéticos.

***Descrição das instalações***

- balanço energético da instalação;
- descrição do empreendimento;
- quantidade de equipamentos que constituem a instalação;
- gráficos com o percentual de consumo por usos finais.

***Análise dos usos finais***

- iluminação:
    - adaptar os níveis de iluminamento conforme a NBR 5413;
    - analisar a possível substituição dos equipamentos atuais por outros mais eficientes;
    - avaliar a possibilidade de tirar os difusores das luminárias;
    - verificar se é possível setorizar os circuitos da iluminação e automatizá-los;
    - analisar os problemas encontrados e apresentar soluções baseadas em estudos de viabilidade;
    - mostrar exemplos de desperdício de energia.
- refrigeração:
    - avaliar prejuízos pela falta de manutenção e limpeza dos equipamentos;
    - verificar a possibilidade de troca dos equipamentos atuais por outros mais eficientes;
    - verificar o carregamento e performance dos compressores, motores e bombas;
    - analisar a possibilidade de mudança de hábitos de utilização;
    - analisar os problemas encontrados e mostrar soluções baseadas em estudo de viabilidade;
    - mostrar exemplos de desperdício de energia.
- notas gerais:
    - cada item deve ter um resumo das medidas propostas com sua respectiva economia associada;
    - todo investimento mencionado deve ser acompanhado de uma análise econômica que mencione taxa interna de retorno e tenha um custo-benefício favorável;
    - apresentar cronograma de desembolso dos investimentos;
    - as memórias de cálculo utilizadas na realização do diagnóstico devem ser apresentadas em separado assim como as cópias das tarifas;
    - mencionar cada item analisado, o respectivo software utilizado.

***Possíveis projetos e gestões***

- após a realização dos trabalhos, poderá ser construída uma gestão energética na indústria, para que as considerações citadas no relatório do diagnóstico realizado sejam aplicadas com consciência e que se possa criar um tipo de hábito eficiente em todos os funcionários;
- a equipe técnica, com o levantamento da curva de carga geral do sistema ou a carga dos equipamentos de maior consumo, poderá citar projetos de mudança do sistema de distribuição para uma possível aplicação de um sistema de controle de demanda;
- se houver partida de equipamentos analisar o sistema de controle, caso não haja, estudar possibilidade de utilização;
- estudo minucioso para descobrir qual o contrato junto a concessionária de energia elétrica, que resulte em mais vantagens para o consumidor.

***Conclusões, recomendações e análise financeira***

- a apresentação das conclusões e das recomendações sobre as medidas a serem implementadas deverão constar no Relatório Final de Diagnóstico Energético, juntamente com o Relatório da Análise Financeira das medidas a serem efetivamente implementadas pelas indústrias.

***Recursos disponíveis***

- devem ser especificadas algumas formas de financiamento para viabilização da implementação das medidas e projetos especificados no relatório.

***Sugestões de fabricantes***

- planilhas orientativas de custos.

***Bibliografia***

- fazer referência a todas as formas de consulta utilizada para realização do relatório final.

### 2.7.3 Metodologia 3

A metodologia seguida por (MIGUEL, 2003) é dividida em três etapas fundamentais descritas abaixo.

#### *2.7.3.1 Etapas*

**a) Uso racional da energia**

Nesta etapa há a análise dos locais com potencial de conservação de energia, o estudo das cargas passíveis de funcionar fora do horário de ponta, a detecção dos desperdícios elétricos da empresa e o desenvolvimento de programas para a conscientização dos usuários das instalações da empresa.

**b) Renovação tecnológica**

Contempla a redução das perdas técnicas. Nesta fase ocorre o estudo para a substituição por equipamentos mais eficientes. Adotam-se ações que apresentem a melhor relação custo-benefício analisada.

**c) Inovação tecnológica**

É considerada uma etapa com ações de longo prazo, uma vez que prevê a compra e substituição dos equipamentos. Define-se a qualificação para a eficiência energética na instalação por meio da avaliação inicial ou auditoria preliminar,

avaliação anual ou auditoria de renovação e, finalmente, pela auditoria trianual ou auditoria de inovação.

## *2.8 MÉTODOS PARA ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA*

Para que a viabilidade econômica das alternativas seja analisada faz-se o uso de diferentes métodos de cálculo que, por resultados distintos, convergem para um mesmo fim. A seguir são descritos esses métodos para a avaliação econômica das alternativas.

### 2.8.1 Método do tempo de retorno do investimento

Utiliza-se este método para o cálculo do tempo que um investimento inicial é totalmente recuperado. A aplicação do método resume-se na divisão do valor do investimento inicial pela economia mensal obtida com o uso final analisado. O resultado obtido possibilita a análise da viabilidade econômica do projeto. Quanto menor o tempo de retorno, mais atrativa se mostra a alternativa (ALVAREZ, 2000; PROCEL, 2005).

A seguir são descritos as etapas para o cálculo do tempo de retorno do investimento (PROCEL, 2005):

- primeira: identificar a economia da energia elétrica mensal (em kW ou kWh), e multiplicá-la pelos preços médios (R$/kW ou R$/kWh);
- segunda: encontrar a economia em R$, por meio da diferença de potência multiplicada pela tarifa (em R$/kWh), multiplicada pelas horas de funcionamento. É interessante comentar que este cálculo deve ser dividido para as tarifas e horários de ponta e fora de ponta;
- terceira: somar todas as economias, a fim de calcular o total mensal economizado;
- quarta: encontrar o tempo de retorno por meio da divisão do total de investimentos pelo valor da economia mensal calculada. Obviamente que

para a alternativa se mostrar viável, o tempo de retorno deverá ser menor que a vida útil do equipamento;

- quinta: calcular a economia total em kWh e em R$. Para tal, multiplica-se a diferença de potência pela vida útil do equipamento em horas e, após, pelo preço médio (em R$/kWh);

Uma desvantagem neste método é que ele não considera os valores monetários no tempo, o que o impede de ser utilizado para a análise comparativa das alternativas encontradas. Para as análises comparativas o método mais indicado é o dos equivalentes uniformes anuais (ALVAREZ, 2000).

### 2.8.2 Método dos equivalentes uniformes anuais

Este é o método mais recomendado para as análises comparativas das alternativas que visam racionalizar e tornar eficiente o uso da energia elétrica. O método baseia-se na comparação dos fluxos de caixa e em anuidades uniformes equivalentes (ALVAREZ, 2000).

O método consiste primeiramente no cálculo do valor presente dos investimentos, seguido pela estimativa da anuidade uniforme equivalente, para finalmente avaliar a economia anual de recursos financeiros da alternativa em análise.

Calcula-se o valor presente dos investimentos pela seguinte equação:

$$V_p = \sum_{k=0}^{n} \frac{V_k}{(1+i)^k} \qquad \textbf{(2.12)}$$

Sendo:

$V_P$ : valor presente dos custos e investimentos;

$V_k$ : valor dos custos e investimentos no período k;

$i$ : taxa de desconto;

$n$ : tempo de vida do investimento.

A anuidade uniforme equivalente é determinada por:

$$A = V_p \cdot \left[ \frac{i \cdot (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right] \quad \textbf{(2.13)}$$

Sendo:

$A$ : anuidade uniforme equivalente;

$V_P$ : valor presente dos custos e investimentos;

$i$ : taxa de desconto;

$n$ : tempo de vida do investimento.

A economia anual de energia elétrica é calculada por meio da equação abaixo:

$$E_{TOTAL} = E_{ENERGIA} - A \qquad (R\$/ano) \quad \textbf{(2.14)}$$

Sendo:

$E_{TOTAL}$ : economia anual de recursos financeiros da alternativa;

$E_{ENERGIA}$ : economia anual de energia elétrica;

$A$ : anuidade uniforme equivalente dos custos e investimentos;

$n$ : tempo de vida do investimento.

Caso seja necessária a aplicação do método para períodos diferentes de um ano, basta calcular a taxa de desconto para o período por meio da equação:

$$j = (1+i)^{\frac{m}{n}} - 1 \quad \textbf{(2.15)}$$

Sendo:

$j$ : taxa de desconto efetiva calculada para o período m;

$i$ : taxa de desconto efetiva calculada para o período n;

m : novo período para a taxa de desconto efetiva j;

n : período para a taxa de desconto efetiva i.

### 2.8.3 Custo da energia conservada

De acordo com (ALVAREZ, 2000), o custo da energia conservada mostra se um investimento é viável economicamente ou não. A alternativa se mostra atrativa para os usuários caso o custo da energia equivalente seja inferior ao custo médio da energia elétrica na instalação, quanto menor é o indicador, mais vantajosa é a alternativa. O custo da energia conservada é calculado por:

$$CEC = \frac{C_{INICIAL} \cdot \left[ \frac{i \cdot (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right] + C_{OPERAÇÃO}}{E_{ENERGIA}} \quad \textbf{(2.16)}$$

Sendo:

CEC : custo da energia conservada;

$C_{INICIAL}$ : incremento no custo inicial do investimento;

$C_{OPERAÇÃO}$ : incremento no custo anual de operação e manutenção;

$E_{ENERGIA}$ : economia anual de energia elétrica;

n : tempo de vida do investimento em anos.

### 2.8.4 Método dos custos evitados

Esta metodologia é baseada no Manual para Elaboração do Programa de Eficiência Energética da ANEEL (ANEEL, 2005 a).

#### *2.8.4.1 Custos evitados*

Custos evitados são custos resultantes da economia anual obtida nos custos dos sistemas a montante do segmento considerado pela postergação de

investimentos (custo da demanda evitada) e/ou redução de despesas operacionais (custo de energia evitado).

Os custos totais evitados são obtidos pela multiplicação da quantidade da demanda e da energia evitadas pelos seus respectivos custos unitários evitados.

**a) Método de cálculo do custo evitado**

Na determinação dos custos unitários evitados deve-se considerar os valores da tarifa horo-sazonal azul.

*- Custo Unitário Evitado de Demanda (CED)*

$$CED = (12 \times C_1) + (12 \times C_2 \times LP) \quad \text{(R\$/kW.ano)} \qquad \textbf{(2. 17)}$$

Sendo:

$C_1$: custo unitário da demanda no horário de ponta (R$/kW.mês);

$C_2$: custo unitário da demanda fora do horário de ponta (R$/kW.mês);

LP: constante de perda de demanda no posto fora de ponta, considerando 1 kW de perda de demanda no horário de ponta.

*- Custo Unitário Evitado de Energia (CEE)*

$$CEE = \frac{(C_3 \times LE_1) + (C_4 \times LE_2) + (C_5 \times LE_3) + (C_6 \times LE_4)}{(LE_1 + LE_2 + LE_3 + LE_4)} \qquad \textbf{(2. 18)}$$

Sendo:

$LE_1$, $LE_2$, $LE_3$ e $LE_4$: constantes de perdas de energia nos postos de ponta e fora de ponta para os períodos seco e úmido, considerando 1 kW de perda de demanda no horário de ponta;

$C_3$: custo unitário da energia no horário de ponta de períodos secos (R$/MWh);

$C_4$: custo unitário da energia no horário de ponta de períodos úmidos (R$/MWh);

$C_5$: custo unitário da energia fora do horário de ponta de períodos secos (R$/MWh);

$C_6$: custo unitário da energia fora do horário de ponta de períodos úmidos (R$/MWh).

As constantes LP e LE são calculadas a partir da tarifa horo-sazonal azul, baseadas nos Fatores de Carga (FC) e Fatores de Perdas (Fp).

$$F_P = k \times FC + (1 - k) \times FC^2 \quad \textbf{(2. 19)}$$

Sendo:

k: varia de 0,15 a 0,30;

FC: fator de carga do segmento elétrico, imediatamente a montante daquele considerado ou, que sofreu a intervenção, ou ainda, na falta deste, admitir-se-á o médio da Empresa dos últimos 12 meses.

**b) Aplicação do método de cálculo do custo evitado**

*Para projetos em baixa tensão de sistema aéreo*

O valor do custo unitário de demanda evitada no subgrupo A4 deve ser multiplicado por 1,2. Essa condição é válida enquanto não existir tarifa diferenciada para este segmento.

Já o valor do custo unitário de energia evitada no subgrupo A4, deve ser multiplicado pelo fator (1 + $I_{eBT}$). O fator $I_{eBT}$ é o índice de perdas de energia no segmento de baixa tensão ao qual a unidade consumidora encontra-se conectada. Esse fator pode receber o valor de referência de 0,08 (8%), entretanto a empresa pode adotar outro valor, desde que este expresse as perdas elétricas nas suas redes de distribuição de baixa tensão.

### *2.8.4.2 Taxa de desconto*

Na avaliação financeira, a taxa de desconto deve ser considerada como sendo no mínimo 12% a.a. Esse valor foi aprovado no Plano Decenal de Expansão 1999/2008, pela Portaria MME nº 151, de 10 de maio de 1999.

### *2.8.4.3 Vida útil*

A vida útil é especificada conforme o tipo de projeto realizado. Caso existam equipamentos com diferentes vidas úteis, o custo anualizado total do projeto será encontrado pelo somatório dos custos anualizados referentes a cada equipamento e a sua respectiva vida útil, como descrito na equação 2.21.

### *2.8.4.4 Relação Custo-Benefício (RCB)*

A metodologia utilizada para a avaliação econômica do projeto é baseada no cálculo da RCB. Para cada uso final deve-se calcular sua respectiva RCB, como mostra a equação 2.20. A partir da média ponderada das RCBs individuais, encontra-se a RCB global do projeto. Os pesos dependem da participação percentual da energia economizada em cada uso final.

$$RCB = \frac{\text{Custos Anualizados}}{\text{Benefícios Anulalizados}} \qquad \textbf{(2. 20)}$$

O valor máximo que a RCB de um projeto pode apresentar é 0,80.

**a) Cálculo do custo anualizado total ($CA_{TOTAL}$)**

$$CA_{Total} = \sum CA_{equip1} + CA_{equip2} + CA_{equip3} + ... + CA_{equip\,n} \qquad \textbf{(2. 21)}$$

*Cálculo do custo anualizado dos equipamentos com mesma vida útil ($CA_{equip\ n}$):*

$$CA_{equip\ n} = CPE_{equip\ n} \times FRC \quad \textbf{(2. 22)}$$

*Cálculo do custo dos equipamentos e/ou materiais com mesma vida útil ($CPE_{equip\ n}$):*

$$CPE_{equip\ n} = CE_{equip\ n} + \left[ \frac{(CT - CTE) \times CE_{equip\ n}}{CTE} \right] \quad \textbf{(2. 23)}$$

*Cálculo do fator de recuperação de capital (FRC):*

$$FRC = \frac{i \cdot (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad \textbf{(2. 24)}$$

Sendo:

$CPE_{equip\ n}$: custo dos equipamentos com a mesma vida útil, acrescido da parcela correspondente aos outros custos diretos e indiretos. Esta parcela é proporcional ao percentual do custo do equipamento em relação ao custo total com equipamentos;

$CE_{equip\ n}$: custo somente de equipamento com mesma vida útil;

CT: custo total do projeto (custos diretos + custos indiretos);

CTE: custo total somente de equipamentos;

n: vida útil (em anos);

i: taxa de juros (taxa de desconto).

**b) Cálculo dos benefícios**

$$B = (EE \times CEE) + (RDP \times CED) \quad \textbf{(2. 25)}$$

Sendo:

EE: energia economizada (MWh/ano);

CEE: custo evitado de energia (R$/MWh);

RDP: redução de demanda na ponta (kW);

CED: custo evitado de demanda (R$/kW).

## *2.9 ENTIDADES FILANTRÓPICAS*

As entidades filantrópicas são sociedades, associações ou fundações que fazem parte do Terceiro Setor, ou seja, realizam atividades que não são desenvolvidas pelos Primeiro e Segundo Setor, que correspondem ao Estado e às iniciativas privadas, respectivamente.

Para ser considerada filantrópica pelos órgãos públicos, uma entidade deve voltar suas políticas e ações em prol dos necessitados (pobres, portadores de deficiência, órfãos, idosos, dentre outros) por um período de três anos, sem qualquer divisão lucrativa e remuneração dos dirigentes.

Geralmente, essas entidades sofrem constantes dificuldades financeiras e sobrevivem devido às doações e auxílios de pessoas físicas e jurídicas, aos recursos públicos por meio de parcerias, convênios e solicitações de subvenção ao governo, às autarquias e aos créditos do BNDES. Essas entidades solicitam recursos de organismos internacionais como UNICEF e embaixadas dos países desenvolvidos (Revista Filantropia, 2002).

### 2.9.1 Tarifas especiais para entidades filantrópicas

A COPEL mantém um benefício tarifário para as entidades que desenvolvem assistência social, sem fins lucrativos, que se assemelhem, substituam ou complementem a atividade residencial, tais como creches, asilos, abrigos, albergues, orfanatos e similares.

O desconto tarifário é equivalente ao conceito à subclasse Residencial Baixa Renda, independente do número de fases que a unidade consumidora é atendida. Ele ocorrerá sobre a tarifa residencial normal, escalonado por faixa de consumo conforme a TABELA 8:

TABELA 8 – Descontos na tarifa de entidades

| CONSUMO | DESCONTO |
|---|---|
| De 0 a 30 kWh | 65% |
| De 31 a 100 kWh | 40% |
| De 101 a 160 kWh | 10% |
| Acima de 160 kWh | 0% |

Fonte: COPEL, s.d. a

Procurando contribuir ainda mais para atenuar as dificuldades financeiras normalmente enfrentadas por essas entidades, a COPEL desenvolveu um criterioso estudo buscando formas de reduzir os custos finais com consumo de energia elétrica das entidades assistenciais do estado do Paraná.

Concluiu que a solução mais apropriada seria deixar de faturar diretamente o consumo mensal medido e passar a calcular o importe como se, para cada quatro pessoas assistidas pela entidade fosse emitida uma conta da classe residencial, já que quatro pessoas é a média de habitantes por residência atendida pela COPEL. Essa maneira de cálculo propicia às entidades assistenciais substancial redução nos seus custos relativos ao consumo de energia elétrica (COPEL, 1989).

# CAPÍTULO 3 - CASO APAE SANTA FELICIDADE

A metodologia aqui utilizada para a realização do presente diagnóstico energético é uma junção das três metodologias citadas no item 2.7 do Capítulo 2. Já o método escolhido para a análise da viabilidade econômica é o método dos custos evitados, mencionado no item 2.8.4 do Capítulo 2.

## *3.1 SISTEMA ATUAL*

Os dados da entidade foram cuidadosamente levantados, já que todo o desenvolvimento do estudo depende dessa etapa. Os dados gerais se mostram a seguir e os dados específicos serão evidenciados quando da apresentação do sistema proposto, no item 3.2, para melhor efeito de comparação.

### 3.1.1 Informações gerais sobre a entidade

A APAE, fundada no Brasil no dia 11 de dezembro de 1954, teve sua primeira sede no Rio de Janeiro. Atualmente, é o maior movimento filantrópico em âmbito mundial e nacional, com aproximadamente duas mil unidades no Brasil.

É constituída por pais e amigos de alunos com deficiências mentais e oferece atendimento nas áreas de educação, saúde, trabalho e assistência social. Seus objetivos são: desenvolver os potenciais de pessoas portadoras de necessidades especiais, integrá-las junto à sociedade, garantir-lhes os direitos e inseri-las no mercado de trabalho (APAE Brasil, s.d.).

O símbolo utilizado pelas APAEs é a imagem de duas mãos desniveladas, como pode ser visto na FIGURA 21. A mão esquerda está em posição de amparo, e a da direita simboliza orientação.

FIGURA 21 – Símbolo da APAE

Fonte: APAE Brasil, s.d.

A APAE de Curitiba foi criada no dia 6 de outubro de 1962, e mantém cinco escolas especializadas, três das quais compõem a unidade de Santa Felicidade. A TABELA 9 apresenta as cinco escolas e suas principais características (APAE, 2003).

TABELA 9– Características das unidades da APAE – Curitiba

| | | Escolas | Atendimento | Atividades |
|---|---|---|---|---|
| UNIDADE SANTA FELICIDADE | CITA | Dividida em três escolas que atendem alunos a partir dos 15 anos. | Atende deficiência mental moderada e severa. Propõe a reabilitação nas áreas mais debilitadas. | Terapia Ocupacional<br>Fonoaudiologia<br>Fisioterapia<br>Atividades Extra-classe<br>Natação Adaptada<br>Hidroterapia<br>Terceirização de Serviços<br>Educação Artística<br>Artesanato<br>Cestaria<br>Informática<br>Educação Física<br>Educação Musical<br>Jardinagem<br>Horticultura |
| | Vivenda | | Atende deficiência mental moderada e severa. Propõe reabilitação em geral. | |
| | Henriette Morineaux | | Atende deficiência mental leve e moderada. Propõe a alfabetização, reabilitação e pré-profissionalização. | |
| | Casas Lares | | Moradia em regime de internato. Advindos de situação de risco social, abandono ou órfãos, são assistidos por uma mãe social. | |
| UNIDADE LUAN MULLER | | Ensino especializado de pré-alfabetização para alunos de 7 a 14 anos. | Atende pessoas com deficiência mental leve e moderada.<br>Promove o pleno desenvolvimento das potencialidades, visando a auto-realização, aprendizagem, integração social e independência.<br>Proposta de ensino pedagógico através das disciplinas: Português, Matemática, Ciências, História e Geografia. | Terapia Ocupacional<br>Atendimento Psicológico<br>Fonoaudiologia<br>Fisioterapia<br>Educação Artística<br>Artesanato<br>Informática<br>Expressão Corporal - Dança<br>Educação Física<br>Educação Musical<br>Capoeira |
| UNIDADE CEDAE | | Ensino de estimulação precoce com preparo para o ingresso no ensino regular de alunos a partir de 0 até 6 anos de idade. | Atende crianças com problemas evolutivos decorrentes de fatores orgânicos ou ambientais.<br>Estimulação precoce – presta atendimento a partir do nascimento por equipe multidisciplinar, com a participação efetiva da família.<br>Educação precoce – conjunto de ações para proporcionar à criança experiências que desenvolvam seu potencial, prevenindo ou corrigindo distúrbios do desenvolvimento.<br>Pré-escolar – Atividades lúdicas, socializadoras, psicomotoras, sensório-perceptivas, estimulam e intervém para condutas de auto-cuidado, através de jogos simbólicos, expressões verbais, da criatividade e atitudes de cooperação. | Coordenação Pedagógica<br>Terapia Ocupacional<br>Atendimento Psicológico<br>Fonoaudiologia<br>Fisioterapia<br>Hidroterapia<br>Educação Musical - Informática<br>Expressão Corporal<br>Educação Física<br>Artes Visuais<br>Natação |

Fonte: APAE, 2003

### 3.1.2 APAE – Unidade Santa Felicidade - Generalidades

A unidade em estudo está situada na rua Orlando Peruci, nº 1.472, no bairro de Santa Felicidade em Curitiba/PR, CEP 82400-300, e está inscrita sob o CNPJ 76.579.630/0001-24. É composta por 224 alunos e 144 funcionários e é dirigida pelo sr. Waldinei Wzorek.

O horário de funcionamento das escolas é de segunda à sexta-feira, das 08h às 17h, com o horário de almoço e lanche da tarde compreendidos entre 12h e 13h30min, 15h45min e 16h15min, respectivamente.

A unidade possui as escolas CITA, Vivenda e Henriette Morineaux, as quais atendem alunos a partir dos 15 anos de idade com deficiência mental severa, moderada e leve. Existe ainda a Colméia, uma casa onde são realizadas atividades de fisioterapia com os alunos, durante duas manhãs da semana.

Dentro da unidade existem oito casas lares que funcionam permanentemente. Essas casas são moradias para os alunos advindos de situação de risco social, abandono ou órfãos e cada casa é assistida por uma mãe social.

Em alguns finais de semana do ano, a APAE promove eventos abertos ao público, como churrascos e festas comemorativas, o principal objetivo dos eventos é o aumento da renda mensal e da arrecadação de diversos tipos de doações.

Atualmente, a entidade possui duas entradas para medição e faturamento da energia elétrica fornecida pela COPEL Distribuição: 325.674-0 (medidor 882040558) e 3.311.185-5 (medidor 952745078). Segundo o sr. Edson Luís Winter, supervisor da manutenção, a entrada 325.674-0 é responsável pelo atendimento da piscina, do depósito 1 e do abastecimento. As demais cargas da unidade são supridas pela outra entrada de fornecimento. As tensões de alimentação da entidade são 127/220 V.

A FIGURA 22 ilustra a unidade da APAE de Santa Felicidade.

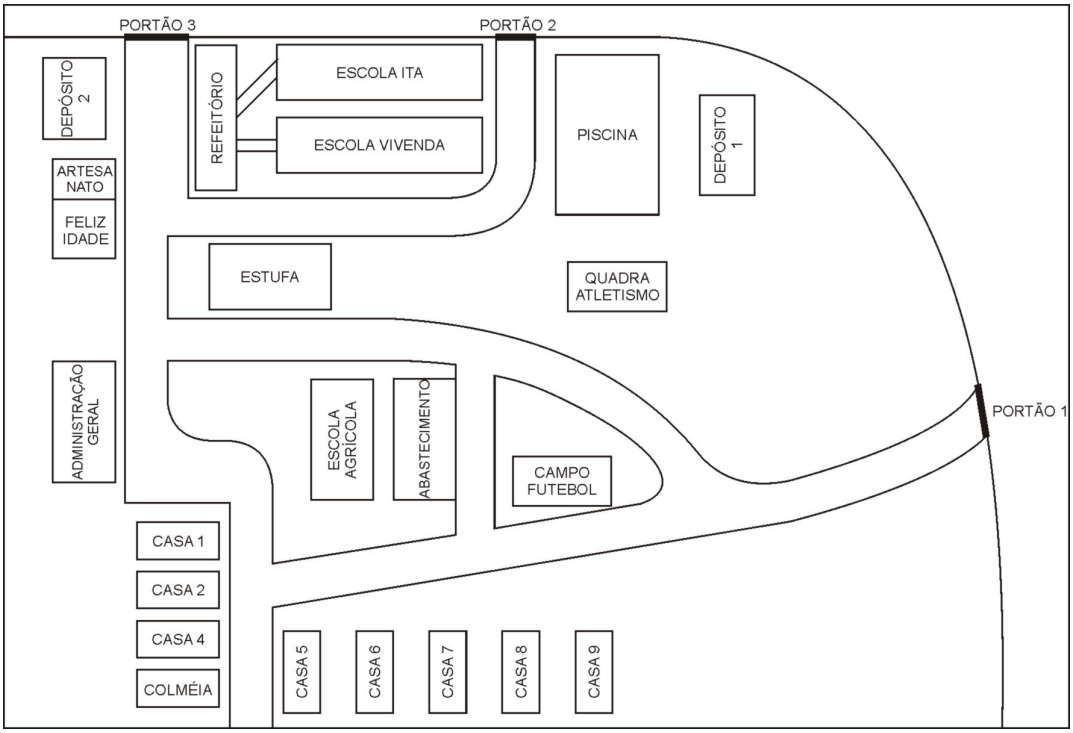



FIGURA 22 – Planta da APAE

### 3.1.3 Cargas instaladas

Com o objetivo de obter o consumo total de energia elétrica da entidade por meio dos dados coletados, buscou-se obter o máximo de especificações de cada equipamento. Baseado nas metodologias existentes e nos diversos dados coletados em campo realizou-se o cálculo do consumo de equipamentos iguais da seguinte maneira:

$$C = \frac{[q \cdot S \cdot t \cdot FU \cdot \cos\varphi \cdot (1 + CP)]}{\eta} \quad \textbf{(3. 1)}$$

Sendo:

C – consumo total de equipamentos iguais;

q – quantidade de equipamentos iguais;

S – potência aparente de um equipamento;

t – tempo de operação de um equipamento;

FU – fator de utilização;

$\cos\varphi$ – fator de potência de um equipamento;

CP – coeficiente de perdas;

$\eta$ – rendimento.

Como muitos equipamentos não apresentavam dado algum na parte externa, durante o levantamento dos dados utilizou-se o Alicate Amperímetro Digital Trifásico (MS-2203) da Politerm, emprestado pela UTFPR, que possibilitou a medição da corrente utilizada pelo equipamento e também da tensão de alimentação.

Com esses dados, assumiu-se que a potência consumida pelo equipamento seria a multiplicação da tensão pela corrente medida. Então, comparou-se a potência calculada com a potência média encontrada do equipamento em questão nos *sites* do PROCEL ou INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial) quando existiam, e verificou se o valor era condizente.

O tempo de operação diário de cada equipamento foi levantado, porém muitos equipamentos iguais possuíam tempos de operação diário distintos. Assim, para conseguir um valor médio aproximado do tempo de utilização diário de equipamentos iguais, utilizou-se a média ponderada.

O fator de utilização foi estimado em função do percentual efetivamente utilizado do equipamento durante o seu período de atuação, esse fator considerou fortemente as informações repassadas pelos usuários dos equipamentos. Os coeficientes de perdas, os rendimentos e os fatores de potência foram estimados em função da situação das instalações, pesquisa e consultas a fabricantes, respectivamente.

Na TABELA 10 encontram-se as principais cargas existentes na unidade.

TABELA 10 – Cargas instaladas

| | EQUIPAMENTO / CARGA | POTÊNCIA UNITÁRIA (W) | QUANTIDADE | CONSUMO MENSAL (kWh) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Alarme e Sensores | 25 | 1 | 12,55 |
| 2 | Aquecedor | 1.200 | 1 | 7,56 |
| 3 | Aquecedor | 3.000 | 6 | 44,63 |
| 4 | Batedeira | 120 | 1 | 0,07 |
| 5 | Batedeira | 150 | 1 | 3,15 |
| 6 | Batedeira Industrial | 243 | 1 | 0,36 |
| 7 | Bebedouro | 70 | 3 | 21,17 |
| 8 | Bebedouro | 152 | 1 | 15,36 |
| 9 | Bebedouro | 103 | 1 | 10,38 |
| 10 | Bomba do Poço Artesiano | 1.104 | 1 | 152,86 |
| 11 | Bombas de Calor | 6.500 | 2 | 2.889,42 |
| 12 | Buffet | 1.520 | 2 | 95,76 |
| 13 | Cafeteira | 750 | 1 | 5,25 |
| 14 | Central Telefônica | 25 | 1 | 12,80 |
| 15 | Chuveiro | 5.000 | 20 | 327,56 |
| 16 | Chuveiro | 5.100 | 1 | 8,93 |
| 17 | Chuveiro | 4.600 | 1 | 8,05 |
| 18 | Chuveiro | 5.200 | 3 | 180,00 |
| 19 | Chuveiro | 5.400 | 7 | 390,10 |
| 20 | Chuveiro | 5.500 | 4 | 320,00 |
| 21 | Cola Quente | 15 | 1 | 0,95 |
| 22 | Cola Quente | 40 | 1 | 0,34 |
| 23 | Compressor | 368 | 1 | 2,06 |
| 24 | Computador | 200 | 14 | 150,00 |
| 25 | Computador | 180 | 2 | 45,15 |
| 26 | Esmerio | 4.858 | 1 | 13,60 |
| 27 | Estabilizador | 4 | 3 | 0,83 |
| 28 | Estabilizador | 2 | 1 | 0,13 |
| 29 | Estufa | 51 | 1 | 2,97 |
| 30 | Fax | 100 | 1 | 3,36 |
| 31 | Ferro Elétrico | 1.200 | 6 | 60,00 |
| 32 | Filtro de linha | 2 | 1 | 0,13 |
| 33 | Fogão Automático | 60 | 7 | 0,02 |
| 34 | Forno com Painel Eletrônico | 184 | 1 | 15,46 |
| 35 | Forno Elétrico | 600 | 1 | 0,70 |
| 36 | Forno Microondas | 1.500 | 2 | 19,69 |
| 37 | Freezer | 245 | 7 | 617,40 |
| 38 | Freezer | 200 | 1 | 72,00 |
| 39 | Frigobar | 90 | 1 | 45,99 |
| 40 | Frigobar | 80 | 1 | 40,88 |
| 41 | Furadeira | 373 | 1 | 3,92 |

| EQUIPAMENTO / CARGA | POTÊNCIA UNITÁRIA (W) | QUANTIDADE | CONSUMO MENSAL (kWh) |
|---|---|---|---|
| 42 Geladeira | 230 | 12 | 811,20 |
| 43 Geladeira | 486 | 1 | 176,40 |
| 44 Geladeira | 368 | 1 | 133,57 |
| 45 Geladeira | 120 | 8 | 492,16 |
| 46 Impressora | 40 | 3 | 1,90 |
| 47 Impressora | 54 | 1 | 1,81 |
| 48 Impressora | 12 | 3 | 0,01 |
| 49 Lâmpada Fluorescente Compacta | 15 | 2 | 0,26 |
| 50 Lâmpada Fluorescente Tubular | 20 | 112 | 101,07 |
| 51 Lâmpada Fluorescente Tubular | 40 | 178 | 487,51 |
| 52 Lâmpada Halógena | 300 | 10 | 18,00 |
| 53 Lâmpada Incandescente | 100 | 105 | 392,58 |
| 54 Lâmpada Incandescente | 150 | 39 | 218,33 |
| 55 Lâmpada Incandescente | 60 | 6 | 8,01 |
| 56 Liquidificador | 250 | 2 | 0,18 |
| 57 Liquidificador | 300 | 2 | 1,08 |
| 58 Liquidificador Industrial | 370 | 2 | 4,66 |
| 59 Liquidificador Industrial | 736 | 3 | 2,77 |
| 60 Máquina de Costura | 165 | 4 | 51,98 |
| 61 Máquina de Costura | 736 | 1 | 15,46 |
| 62 Máquina de Lavar Roupa | 401 | 1 | 7,07 |
| 63 Máquina de Lavar Roupa | 660 | 7 | 116,42 |
| 64 Máquina de Xerox | 1.270 | 1 | 266,70 |
| 65 Mesa de Som | 50 | 1 | 0,11 |
| 66 Modeladora | 150 | 1 | 3,94 |
| 67 Motor Filtro Piscina | 736 | 1 | 259,66 |
| 68 Motor Hidromassagem | 2.208 | 1 | 27,82 |
| 69 Panela Autoclave | 920 | 1 | 38,64 |
| 70 Ponto Eletrônico | 5 | 1 | 2,52 |
| 71 Rádio Elétrico Grande | 45 | 1 | 1,06 |
| 72 Rádio Elétrico Pequeno | 15 | 20 | 5,88 |
| 73 Rádio-Relógio | 10 | 1 | 0,63 |
| 74 Rádio-Relógio | 5 | 1 | 0,12 |
| 75 Reator Eletromagnético | 14 | 87 | 78,14 |
| 76 Reator Eletromagnético | 22 | 89 | 149,70 |
| 77 Secador de Cabelo | 1.400 | 1 | 17,64 |
| 78 Secadora Industrial | 20.000 | 1 | 295,90 |
| 79 Serradeira | 2.200 | 1 | 72,95 |
| 80 Teclado | 102 | 1 | 0,21 |
| 81 Telefone sem Fio | 3 | 1 | 0,44 |
| 82 Televisor | 60 | 4 | 7,46 |
| 83 Televisor | 90 | 9 | 71,00 |
| 84 Ventilador | 75 | 1 | 1,26 |
| 85 Ventilador | 45 | 4 | 6,23 |
| **TOTAL CONSUMO MENSAL (Wh)** | | | **9.951,94** |

A FIGURA 23 mostra o consumo das vinte maiores cargas instaladas atualmente na entidade.

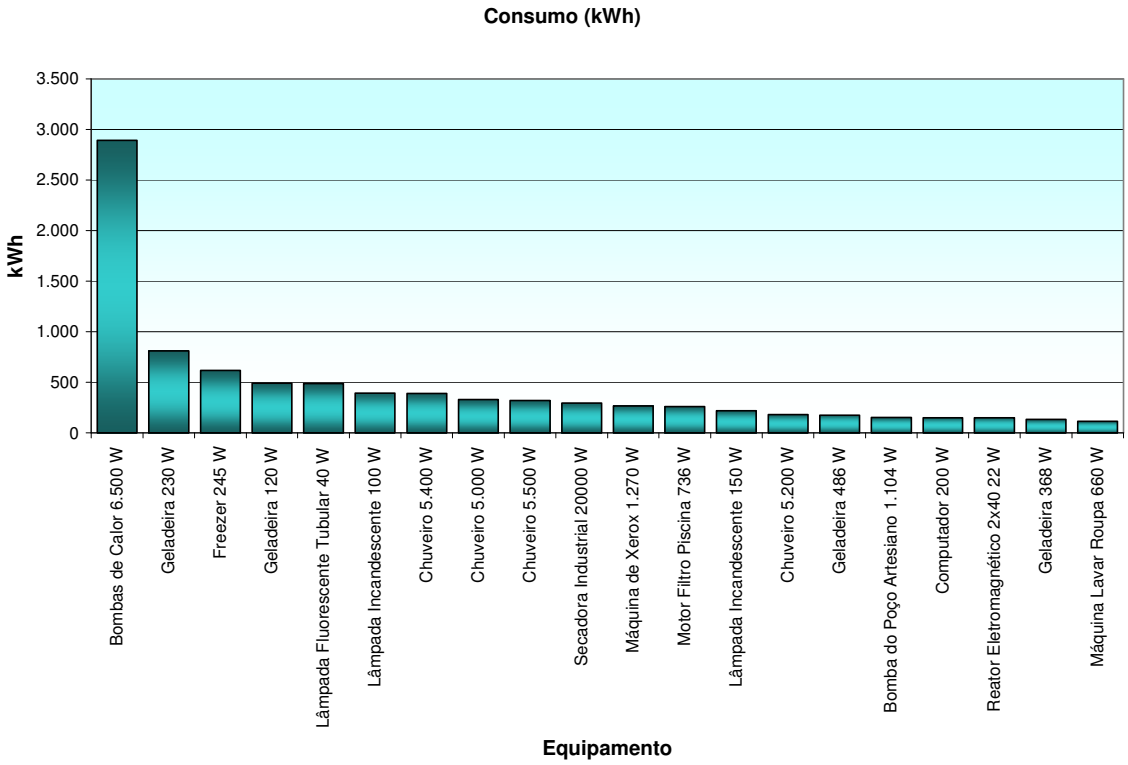



FIGURA 23 – Gráfico do consumo das principais cargas

Na TABELA 11 encontram-se as cargas existentes separadas por uso final.

TABELA 11 – Cargas por uso final

| EQUIPAMENTO / CARGA | CONSUMO MENSAL (Wh) |
|---|---|
| Bombas de calor | 2.889,42 |
| Refrigeração | 2.389,60 |
| Outras cargas | 2.002,69 |
| Iluminação | 1.435,60 |
| Chuveiro | 1.234,63 |
| **TOTAL** | **9.951,94** |

A FIGURA 24 mostra o consumo das cargas instaladas separadas por uso final.

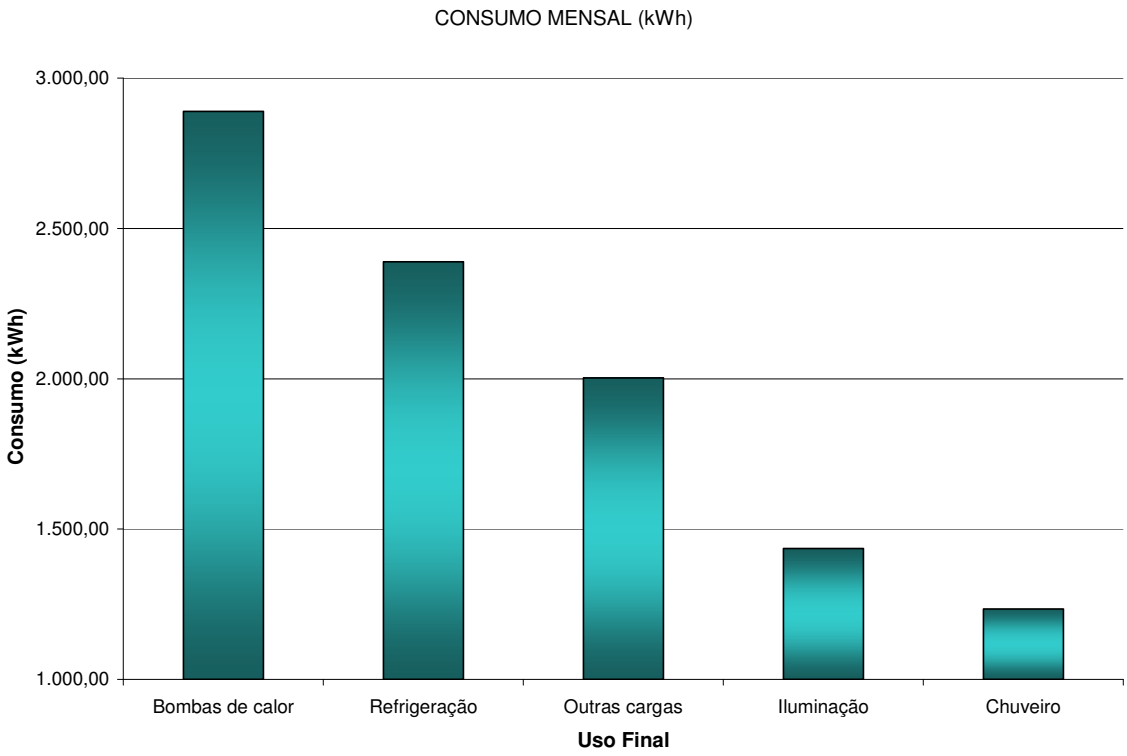



FIGURA 24 – Gráfico do consumo por uso final

### 3.1.4 Faturas de energia

Para analisar a evolução do consumo e demanda de energia elétrica da entidade, foram utilizados os dados de 47 faturas de cada entrada, o que corresponde a aproximadamente 4 anos de acompanhamento. Esses dados foram utilizados para a análise tarifária, descrita no item 3.3 deste projeto.

A TABELA 12 apresenta os consumos das duas entradas de energia da entidade.

TABELA 12 – Faturas de energia

| N.º cliente: 3.311.185-5<br>Medidor 952745078 - 200A | | | N.º cliente: 325.674-0<br>Medidor 882040558 - 70A | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Mês / Ano Vencimento Fatura** | **Consumo (kWh)** | **Valor da fatura (R$)** | **Mês / Ano Vencimento Fatura** | **Consumo (kWh)** | **Valor da fatura (R$)** |
| jul/07 | 4.814 | 1.742,27 | jul/07 | 4.441 | 1.607,78 |
| jun/07 | 4.612 | 1.676,09 | jun/07 | 4.459 | 1.620,70 |
| mai/07 | 5.485 | 1.992,13 | mai/07 | 4.622 | 1.679,71 |
| abr/07 | 4.345 | 1.579,43 | abr/07 | 4.243 | 1.542,50 |
| mar/07 | 4.006 | 1.456,70 | mar/07 | 4.889 | 1.776,37 |
| fev/07 | 1.179 | 433,27 | fev/07 | 3.202 | 1.165,64 |
| jan/07 | 3.838 | 1.395,68 | jan/07 | 5.092 | 1.849,66 |
| dez/06 | 6.514 | 2.364,45 | dez/06 | 5.507 | 1.999,90 |
| nov/06 | 6.188 | 2.246,43 | nov/06 | 4.849 | 1.761,69 |
| out/06 | 8.374 | 3.037,81 | out/06 | 5.253 | 1.907,94 |
| set/06 | 5.742 | 2.084,97 | set/06 | 4.976 | 1.807,66 |
| ago/06 | 8.144 | 2.954,55 | ago/06 | 4.750 | 1.725,85 |
| jul/06 | 4.013 | 1.529,59 | jul/06 | 4.912 | 1.870,85 |
| jun/06 | 5.070 | 1.968,86 | jun/06 | 5.265 | 2.044,34 |
| mai/06 | 5.826 | 2.261,51 | mai/06 | 4.100 | 1.593,37 |
| abr/06 | 5.117 | 1.987,05 | abr/06 | 5.370 | 2.084,99 |
| mar/06 | 4.266 | 1.657,63 | mar/06 | 3.574 | 1.389,75 |
| fev/06 | 3.110 | 1.210,14 | fev/06 | 2.742 | 1.067,68 |
| jan/06 | 2.302 | 905,01 | jan/06 | 3.259 | 1.278,64 |
| dez/05 | 7.385 | 2.902,88 | dez/05 | 4.720 | 1.857,47 |
| nov/05 | 6.964 | 2.737,73 | nov/05 | 4.663 | 1.835,12 |
| out/05 | 8.503 | 3.341,44 | out/05 | 4.596 | 1.808,83 |
| set/05 | 6.687 | 2.629,07 | set/05 | 4.900 | 1.928,08 |
| ago/05 | 5.780 | 2.280,11 | ago/05 | 3.934 | 1.553,79 |
| jul/05 | 7.238 | 2.865,53 | jul/05 | 4.874 | 1.931,56 |
| jun/05 | 6.238 | 2.291,19 | jun/05 | | |
| mai/05 | 4.804 | 1.768,42 | mai/05 | 3.759 | 1.385,03 |
| abr/05 | 5.118 | 1.885,79 | abr/05 | 3.552 | 1.310,60 |
| mar/05 | 2.493 | 921,63 | mar/05 | 3.641 | 1.343,28 |
| fev/05 | 1.367 | 495,02 | fev/05 | 3.027 | 1.088,90 |
| jan/05 | 1.136 | 410,68 | jan/05 | 2.819 | 1.011,68 |
| dez/04 | 1.469 | 528,59 | dez/04 | 3.561 | 1.276,66 |
| nov/04 | 1.403 | 509,25 | nov/04 | 3.892 | 1.403,82 |
| out/04 | 1.382 | 501,93 | out/04 | 3.512 | 1.267,82 |
| set/04 | 1.335 | 481,55 | set/04 | 3.497 | 1.253,33 |
| ago/04 | 1.328 | 482,51 | ago/04 | 3.827 | 1.381,09 |
| jul/04 | 1.273 | 440,76 | jul/04 | 4.228 | 1.452,30 |
| jun/04 | 1.413 | 474,57 | jun/04 | 4.174 | 1.392,13 |
| mai/04 | 1.350 | 458,64 | mai/04 | 4.068 | 1.361,91 |
| abr/04 | 1.512 | 507,48 | abr/04 | 3.568 | 1.190,75 |
| mar/04 | 871 | 289,45 | mar/04 | 3.030 | 1.006,95 |
| fev/04 | 3.363 | 1.141,31 | fev/04 | 2.825 | 959,52 |
| jan/04 | 910 | 308,20 | jan/04 | 2.131 | 715,00 |
| dez/03 | 1.087 | 323,31 | dez/03 | 4.231 | 1.243,98 |
| nov/03 | 1.280 | 379,82 | nov/03 | 2.703 | 796,53 |
| out/03 | 6.960 | 2.028,64 | out/03 | 3.813 | 1.113,64 |
| set/03 | 10.782 | 3.134,28 | set/03 | 3.871 | 1.128,49 |

### 3.1.5 Medição direta

Como a APAE possui tarifas monômias, ou seja, é faturada somente pelo seu consumo de energia, foi necessária a instalação de um analisador de energia para a aquisição de valores de demanda e consumos nos horários de ponta e fora de ponta em cada uma das entradas de fornecimento. A instalação e os equipamentos foram disponibilizados pela COPEL por cerca de 10 dias durante o mês de setembro de 2007.

A FIGURA 25 mostra o analisador de energia instalado em uma entrada de energia.

FIGURA 25 – Medidor instalado

### 3.1.6 Medições do nível de iluminamento

Com o auxílio de um luxímetro digital (Model TES-1332 – Digital Iluminance Meter; TES Electrical Electronic Corp), emprestado pela UTFPR, foi possível verificar o nível de iluminamento dos ambientes da entidade.

As medições foram realizadas por amostragem da seguinte forma: levando em consideração a padronização observada na iluminação dos ambientes, as medidas individuais feitas foram estrapoladas para os ambientes em geral.

Os ambientes e os valores medidos de iluminância são apresentados na TABELA 13.

TABELA 13 – Valores medidos de iluminância

| Ambiente | Iluminância (lux) |
|---|---|
| Sala informática | 511 |
| Sala de aula | 509 |
| Sala de aula | 502 |
| Refeitório da Escola Agrícola | 1.716 |
| Recepção principal administração | 262 |
| Sala do depósito de manutenção | 517 |
| Sala de artes manuais | 1.088 |
| Quarto da casa lar | 184 |

Para verificar se a iluminância medida nestes ambientes estava adequada em relação ao tipo de atividade realizada, foi feita a comparação entre os valores medidos (TABELA 13) e os valores estabelecidos na TABELA 5.

Verificou-se que a iluminância da recepção principal da administração estava abaixo do valor condizente à atividade realizada no local. Observou-se também que o nível de iluminação do refeitório da Escola Agrícola estava muito acima do necessário devido ao aproveitamento da iluminação natural por meio de um telhado translúcido. A sala do depósito de manutenção, que é iluminada por lâmpadas incandescentes de 150 W, possui um nível de iuminamento acima do apropriado. Assim, verificou-se que outros locais que também possuiam lâmpadas incandescentes de 150 W instaladas estavam com iluminância além da necessária.

O restante dos ambientes apresentou níveis de iluminamento adequados.

### 3.1.7 Arquitetura bioclimática

Em relação a arquitetura bioclimática do local, foram observados diversos ambientes com o intenso aproveitamento da iluminação natural, cabendo ressaltar alguns deles, como a sala e a cozinha das casas lares, o banheiro feminino do refeitório das funcionárias e o refeitório dos alunos da Escola Henriette Morineaux, que podem ser vistos nas fotos que seguem.

FIGURA 26 – Casas lares

FIGURA 27 – Banheiro feminino no refeitório das funcionárias

FIGURA 28 – Refeitório dos alunos da Escola Henriette Morineaux

Foi observada a inexistência de lustres para envolver as lâmpadas incandescentes em diversos recintos, o que aumenta a eficiência da iluminação, quando utilizada.

A grande maioria dos ambientes possui tetos e paredes nas cores claras, facilitando a reflexão da luz. As cores do chão variavam em branco, bege, marrom e cinza. Muitos ambientes possuem um ótimo nível de iluminamento natural, o que possibilita o não uso da iluminação artificial em dias ensolarados.

Foram constatados alguns pontos para inserção de melhorias na entidade, como a necessidade de pintura interna e externa das casas lares, pois as paredes e tetos claros estão danificados pela falta de manutenção. A pintura e abertura de janelas no ambiente destinado à manutenção da entidade também se fazem necessárias, uma vez que se trata de um local sem ventilação e com paredes, chão e tetos escuros.

## *3.2 SISTEMA PROPOSTO*

### 3.2.1 Potencial de conservação de energia

#### *3.2.1.1 Usos finais com potencial de conservação de energia*

Identificaram-se os usos finais da entidade que apresentam potencial de conservação de energia, como já ilustrado na FIGURA 24: bombas de calor, refrigeração, iluminação e chuveiro elétrico.

***Bombas de calor***

Na entidade existem duas bombas de calor do tipo ar-água que são utilizadas no aquecimento da piscina, como mostra a FIGURA 29. Embora as bombas de calor representem a maior carga, não foram propostas mudanças para as mesmas nem para o sistema de aquecimento, já que as bombas haviam sido substituídas há cerca de dois anos atrás e segundo o fabricante Eco Energy Heat Pumps, o modelo n.º 5115 3B apresenta um alto COP (coeficiente de performance), o que significa um bom índice de eficiência energética. Preocupou-se apenas em instruir o supervisor da manutenção sobre a limpeza e manutenção para conservar o seu bom funcionamento.

FIGURA 29 – Bombas de calor

***Refrigeração***

Os refrigeradores encontrados na entidade não possuem selo PROCEL. A maioria deles são refrigeradores antigos, enferrujados e com alto consumo de energia elétrica, como se pode ver na FIGURA 30.

FIGURA 30 – Freezer enferrujado

Alguns refrigeradores estão estragados ou apresentam deficiência no funcionamento, como mostra a FIGURA 31.

FIGURA 31 – Freezer estragado

Os refrigeradores e congeladores de grande porte são subutilizados apresentando apenas metade, aproximadamente, da sua capacidade ocupada. Devido a este quadro, foi proposta a aquisição de refrigeradores mais compactos, eficientes e econômicos, o que resulta em um menor consumo mensal de energia elétrica.

Como em 2006 foi realizada a revisão dos índices de eficiência energética dos refrigeradores e os novos índices de consumo de energia desses equipamentos diminuíram, os refrigeradores ficaram ainda mais eficientes. Dessa maneira, propõe-se o estudo da substituição destes equipamentos por outros mais eficientes que possuam o selo PROCEL, levando em consideração a capacidade em litros de cada refrigerador e o consumo mensal de energia elétrica.

***Iluminação***

Na entidade percebeu-se um uso, ainda intenso, de lâmpadas incandescentes e fluorescentes convencionais, reatores eletromagnéticos e luminárias sem acessórios.

Segundo usuários da APAE, freqüentemente se encontram lâmpadas incandescentes queimadas. Dessa maneira, devido a sua baixa vida útil essas lâmpadas geram gastos freqüentes com manutenção, além de possuir um consumo alto de energia elétrica e baixa eficiência energética se comparadas com outras alternativas, como as lâmpadas fluorescentes compactas, por exemplo.

As lâmpadas fluorescentes instaladas na entidade são convencionais e têm diâmetro T12 (3,8 cm). Se acompanhada a evolução das lâmpadas fluorescentes, observa-se uma melhoria na qualidade da luz com o passar dos anos. Isso se deu devido à redução do seu diâmetro, que possibilita o desenvolvimento de luminárias mais compactas e eficientes, e à tecnologia de revestimento do pó trifósforo substituindo o pó fluorescente comum, o que garante maior eficiência e melhor reprodução de cores. Dessa maneira, as lâmpadas fluorescentes com pó trifósforo e diâmetro T8 (2,5 cm) são mais eficientes se comparadas às lâmpadas atualmente instaladas na entidade.

Foram encontrados apenas reatores eletromagnéticos duplos no sistema de iluminação, sendo que os reatores eletrônicos possuem inúmeras vantagens se comparados com os eletromagnéticos: são mais leves e compactos; têm baixa perda de potência, consumindo menos energia; aumentam a vida útil da lâmpada; fornecem corrente e tensão à lâmpada em alta freqüência, não emitindo ruídos audíveis para o ser humano; apresentam custos de instalação reduzidos; possuem alto fator de potência e proteção contra o final de vida útil da lâmpada.

As luminárias instaladas são luminárias duplas, antigas e não apresentam refletores. Os refletores influenciam na eficiência da luminária, pois proporcionam melhor aproveitamento do fluxo luminoso.

A seguir, encontra-se um tipo de luminária encontrada nas instalações da APAE.

FIGURA 32 – Luminária instalada

Frente a este quadro, propõe-se o estudo da substituição destes equipamentos (luminárias, reatores e lâmpadas) por outros mais eficientes e econômicos.

***Chuveiro Elétrico***

A entidade já possui um projeto em andamento cedido pela COMPAGÁS (Companhia Paranaense de Gás) para substituir o sistema de chuveiro elétrico por aquecedores à gás. Assim, descartou-se o estudo de substituição de chuveiros elétricos.

### *3.2.1.2 Substituições propostas*

O levantamento de dados na unidade permitiu a verificação de vários casos de desperdício de energia elétrica, os quais podem ser atribuídos ao estado de obsolescência de significativas partes das instalações elétricas.

Tal situação é devido ao uso, ainda intenso, de:

- lâmpadas incandescentes;
- lâmpadas fluorescentes convencionais;
- reatores eletromagnéticos;
- luminárias antigas;
- refrigeradores obsoletos;
- congeladores antigos.

O atual quadro da unidade apresenta custos desnecessários para a administração não somente devido à baixa vida útil desses equipamentos, que obriga a freqüentes gastos com manutenção, como também ao seu alto consumo e baixa eficiência energética se comparados com outras alternativas.

Assim, propõe-se o estudo da implementação de medidas de eficiência energética na entidade por meio da substituição dos sistemas de iluminação e refrigeração atuais.

***Iluminação***

As lâmpadas fluorescentes compactas equivalentes às incandescentes de 60 W e 100 W foram escolhidas conforme a tabela de lâmpadas do Selo PROCEL, que utiliza como referência o fluxo luminoso.

As lâmpadas incandescentes de 150 W sobredimensionadas podem ser substituídas pelas de 100 W sem prejudicar os usuários dos ambientes. Neste caso, as lâmpadas incandescentes de 150 W possuem a mesma lâmpada fluorescente compacta equivalente a de 100 W.

Foi proposta uma melhoria no sistema de iluminação da recepção, substituindo as quatro lâmpadas fluorescente convencionais 2x20 W por quatro lâmpadas fluorescente trifósforo 2x32 W e não mais por lâmpadas 2x16 W.

Para melhorar a otimização da energia, também está prevista a instalação de reatores eletrônicos com alto fator de potência (FP ≥ 0,92), distorção harmônica total

(TDH) ≤15% e fator de fluxo luminoso (FF) ≥ 0,90, além de luminárias mais modernas e com refletores, possibilitando maior qualidade , durabilidade e economia de energia.

***Refrigeração***

Conforme já foi citado, os refrigeradores e congeladores de grande porte são subutilizados apresentando apenas metade, aproximadamente, da sua capacidade ocupada. Devido a este quadro, foi proposta a aquisição de refrigeradores que possuam o selo PROCEL, mais compactos, eficientes e econômicos, o que resulta em um menor consumo mensal de energia elétrica, levando em consideração a capacidade em litros de cada refrigerador e o consumo mensal de energia elétrica.

As ações de eficientização energética prospostas estão apresentadas na TABELA 14.

TABELA 14 – Substituições propostas

| | | Situação Atual | Situação Proposta |
|---|---|---|---|
| USO FINAL | Iluminação | Lâmpada Incandescente 60 W | Lâmpada Fluorescente Compacta Eletrônica 15 W |
| | | Lâmpada Incandescente 100 W | Lâmpada Fluorescente Compacta Eletrônica 25 W |
| | | Lâmpada Incandescente 150 W | Lâmpada Fluorescente Compacta Eletrônica 25 W |
| | | Lâmpada Fluorescente Convencional T12 - 20 W | Lâmpada Fluorescente Trifósforo T8 - 16 W |
| | | Lâmpada Fluorescente Convencional T12 - 40 W | Lâmpada Fluorescente Trifósforo T8 - 32 W |
| | | Reator Eletromagnético 2x20 W | Reator Eletrônico 2x16 W AFP |
| | | Reator Eletromagnético 2x40 W | Reator Eletrônico 2x32 W AFP |
| | | Luminária simples 2x20 W | Luminária 2x16 W com refletor |
| | | Luminária simples 2x40 W | Luminária 2x32 W com refletor |
| | Refrigeração | Freezer - 305 L | Freezer - 253 L |
| | | Freezer - 298 L | Freezer - 253 L |
| | | Frigobar - 238 L | Refrigerador - 254 L |
| | | Frigobar - 117 L | Frigobar - 120 L |
| | | Geladeira - 319 L | Refrigerador - 319 L |
| | | Geladeira - 403 L | Refrigerador - 319 L |
| | | Geladeira - 371 L | Refrigerador - 319 L |
| | | Geladeira - 261 L | Refrigerador - 275 L |

#### *3.2.1.3 Premissas adotadas*

O edital da Chamada Pública 001/2007 da COPEL (COPEL, s.d. b), estabelece critérios que são considerados e adotados neste trabalho. São eles:

1. vigência da chamada pública: de 17 de outubro de 2007 a 30 de novembro do mesmo ano;

2. somente serão aceitas na chamada pública propostas de projetos que contemplem a eficientização de usos finais da energia elétrica;

3. a unidade consumidora deve estar adimplente com todas as obrigações contratuais com a COPEL Distribuição S.A.;

4. o preenchimento completo da proposta de projeto deve estar em conformidade com item III - Roteiro Básico Para Elaboração de Projetos, contido no Manual para Elaboração do Programa de Eficiência Energética, considerando os parâmetros definidos pela concessionária;

5. a Relação Custo Benefício (RCB) deve ser menor ou igual a 0,800 e calculada em conformidade com a metodologia apresentada no item II.2. do Manual para a Elaboração do Programa de Eficiência Energética;

6. as lâmpadas fluorescentes tubulares T8 e T5 deverão possuir as seguintes características mínimas: trifósforo;

7. os reatores eletrônicos para lâmpadas fluorescentes deverão possuir as seguintes características mínimas: fator de potência (FP) ≥ 0,92, distorção harmônica total (THD) ≤ 15% e fator de fluxo luminoso (FF) ≥ 0,90;

8. deve-se, obrigatoriamente, utilizar os valores de vida útil, perdas e preços apresentados nas tabelas específicas do edital. Para os materiais e equipamentos que não estejam contemplados nestas tabelas, deverão ser apresentados, no mínimo, duas cotações de preços e catálogo para comprovação das características técnicas do equipamento. Deve ser utilizado o orçamento de menor preço;

9. os equipamentos devem possuir o Selo PROCEL, quando aplicável;

10. para os preços de prestação de serviços e/ou mão-de-obra de terceiros deverão ser apresentados, no mínimo, dois orçamentos. Deve ser utilizado o de menor preço;

11. o custo da mão-de-obra de terceiros (MOT) não poderá ser superior a 30% do custo total do item materiais e equipamentos;

12. as despesas referentes à mão-de-obra própria (MOP) da concessionária deve ser obtida da seguinte maneira:

$$MOP = 80\ Hh \times R\$\ 36{,}63 + 0{,}02 \times (\text{materiais e equipamentos}) \quad \textbf{(3. 2)}$$

Sendo:

80 Hh - número de homens hora COPEL, utilizado por projeto por ano;

R$ 36,63 - custo unitário a ser considerado por homem-hora;

0,02 x (materiais e equipamentos) – correspondem a 2% do valor orçado para os materiais e equipamentos utilizados na proposta de projeto.

13. a soma dos custos da mão-de-obra própria e da administração própria não poderá ser superior a 20% do custo total da proposta de projeto;

14. o custo de transporte não poderá ser superior a 5% do custo do item de materiais e equipamentos;

15. a administração própria da concessionária deverá ser calculada através da seguinte maneira:

$$Dadm = 0{,}1 \times (MOP + MOT + \text{frete ou transporte}) \quad \textbf{(3. 3)}$$

16. deve-se prever despesas referentes à fiscalização da concessionária no valor de R$ 500,00.

17. o fator de coincidência de ponta (FCP) deve ser calculado da seguinte forma:

$$FCP = \frac{NM \cdot ND \cdot NUP}{792} \quad \textbf{(3. 4)}$$

Sendo:

NM - número de meses, no período de um ano, em que se utiliza o sistema;

ND - número de dias úteis (segunda a sexta-feira) ao longo do mês em que se utiliza o sistema no horário de ponta;

NUP – número de horas por dia de utilização do sistema no horário de ponta (entre 18h00 e 21h00);

792 - número de horas equivalente às horas de ponta disponíveis ao longo de um ano (3 (horas de ponta) x 22 (dias úteis por mês (segunda a sexta-feira)) x 12 (meses)).

18. a taxa de desconto deverá ser de 12% por cento ao ano;
19. o custo unitário evitado de demanda (CED) para baixa tensão é 480,3 R$/kW.ano;
20. o custo unitário evitado de energia (CEE) para baixa tensão é 138,40 R$/kW.ano;
21. o fator de carga da concessionária (FC) é 70%;
22. a proposta de projeto deve contemplar a verificação de resultados de acordo com a opção A ou B do Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance (PIMVP);
23. o período de execução do projeto é de julho/2008 a junho/2009;
24. os cronogramas físico e financeiro para execução da propostas de projeto deverão discriminar as seguintes etapas:
    a. etapa 1: celebração do instrumento de ajuste com a COPEL Distribuição S.A. (prazo mínimo de 90 dias);
    b. etapa 2: medição e verificação;
    c. etapa 3: aquisição de equipamentos e materiais;

d. etapa 4: contratação de serviços e/ou mão de obra de terceiros;
e. etapa 5: execução da obra (substituição de equipamentos);
f. etapa 6: descarte de materiais substituídos e/ou retirados;
g. etapa 7: elaboração de relatórios (parciais e final);
h. etapa 8: acompanhamento do projeto (corresponde a soma dos custos de mão-de-obra própria, administração própria e fiscalização da COPEL Distribuição S.A. que deverá ser distribuído em parcelas iguais ao longo do período de execução do projeto).

***Características dos equipamentos***

Nas tabelas a seguir encontra-se o estudo comparativo entre as principais características técnicas encontradas em catálogos dos equipamentos atuais e propostos para os sistemas de iluminação e refrigeração.

TABELA 15 – Principais características técnicas das lâmpadas

| Substituições Recomendadas | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Equipamentos Existentes** | **Pot. Total - Lâmp. + Reat. (W)** | **Fluxo luminoso (lm)** | **Tempo de utilização (h/ano)** | **Vida Útil (h)** | **Vida Útil (anos)** | **Equipamentos Propostos** | **Pot. Total - Lâmp. + Reat. (W)** | **Fluxo luminoso (lm)** | **Tempo de utilização (h/ano)** | **Vida Útil (h)** | **Vida Útil (anos)** |
| Lâmpada Incandescente 60 W | 60 | 864 | 275,6 | 750 | 2,72 | Lâmpada Fluorescente Compacta Eletrônica 15 W | 15 | 900 | 275,6 | 8.000 | 29,03 |
| Lâmpada Incandescente 100 W | 100 | 1.620 | 475,8 | 750 | 1,58 | Lâmpada Fluorescente Compacta Eletrônica 25 W | 25 | 1.510 | 475,8 | 8.000 | 16,81 |
| Lâmpada Incandescente 150 W | 150 | 2.505 | 624,0 | 750 | 1,20 | Lâmpada Fluorescente Compacta Eletrônica 25 W | 25 | 1.510 | 624,0 | 8.000 | 12,82 |
| Lâmpada Fluorescente Convencional T12 - 20 W | 34 | 1.060 | 569,4 | 7.500 | 13,17 | Lâmpada Fluorescente Trifósforo T8 - 16 W | 21 | 1.200 | 569,4 | 7.500 | 13,17 |
| Lâmpada Fluorescente Convencional T12 - 40 W | 62 | 2.700 | 852,8 | 7.500 | 8,79 | Lâmpada Fluorescente Trifósforo T8 - 32 W | 35 | 2.700 | 852,8 | 7.500 | 8,79 |

TABELA 16 – Principais características técnicas dos reatores

| **Equipamentos Existentes** | **Perdas (W)** | **Vida Útil (anos)** | **Equipamentos Propostos** | **Perdas (W)** | **Vida Útil (anos)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Reator Eletromagnético 2x20 W | 14 | 10 | Reator Eletrônico 2x16 W AFP | 5 | 10 |
| Reator Eletromagnético 2x40 W | 22 | 10 | Reator Eletrônico 2x32 W AFP | 3 | 10 |

TABELA 17 – Principais características técnicas das luminárias

| Equipamentos Propostos | Altura (mm) | Largura (mm) | Comprimento (mm) | Vida Útil (anos) |
|---|---|---|---|---|
| Luminária 2x16 W com refletor | 60 | 267 | 700 | 20 |
| Luminária 2x32 W com refletor | 60 | 267 | 1310 | 20 |

TABELA 18 – Principais características técnicas dos refrigeradores

| Substituições Recomendadas | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Equipamentos Existentes | Pot. (W) | Vida Útil (anos) | Equipamentos Propostos | Pot. (W) | Vida Útil (anos) |
| Freezer - 305 L | 245 | 16 | Freezer - 253 L | 102 | 16 |
| Freezer - 298 L | 200 | 16 | Freezer - 253 L | 102 | 16 |
| Frigobar - 238 L | 90 | 16 | Refrigerador - 254 L | 85 | 16 |
| Frigobar - 117 L | 80 | 16 | Frigobar - 120 L | 80 | 16 |
| Geladeira - 319 L | 230 | 16 | Refrigerador - 319 L | 98 | 16 |
| Geladeira - 403 L | 486 | 16 | Refrigerador - 319 L | 98 | 16 |
| Geladeira - 371 L | 368 | 16 | Refrigerador - 319 L | 98 | 16 |
| Geladeira - 261 L | 120 | 16 | Refrigerador - 275 L | 95 | 16 |

### *3.2.1.4 Cálculo dos resultados esperados*

#### *Iluminação*

A TABELA 19 apresenta dados que possibilitam o cálculo da energia consumida no sistema atual de iluminação e no sistema proposto. A tabela é preenchida da seguinte maneira:

- **horas/dias:** o tempo de utilização diário de cada tipo de lâmpada foi conseguido segundo informações dos usuários da entidade;
- **dias/ano:** adotou-se 22 dias úteis x 11 meses de funcionamento da unidade;
- **FCP:** o FCP foi calculado conforme estipula a chamada pública. A entidade utiliza o sistema de iluminação por 11 meses, 22 dias úteis em um mês e 2 horas na ponta no dia, já que a iluminação externa e as casas lares funcionam durante o horário de ponta;
- **lâmpadas:** as potências e quantidades foram obtidas no levantamento de dados por inspeção;
- **reatores:** as perdas dos reatores são dados estipulados no edital da chamada pública, já a quantidade foi obtida no levantamento de dados por inspeção;
- **potência instalada:** corresponde ao somatório das potências dos equipamentos;
- **energia:** corresponde à multiplicação da potência instalada pelas horas utilizadas no ano;
- **redução de potência:** é dada pela multiplicação do FCP pela diferença entre a potência instalada antes e depois da implementação do projeto;
- **economia conservada:** é representada pela diferença entre a energia consumida antes e depois da implementação do projeto;
- **economia (%):** corresponde ao percentual de energia economizado por ano depois da implementação do projeto.

TABELA 19 – Cálculo dos resultados esperados para iluminação

| ILUMINAÇÃO | | Iluminação 1 | Iluminação 2 | Iluminação 3 | Iluminação 4 | Iluminação 5 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tempo de utilização | Horas/Dia: | 1,06 | 1,83 | 2,40 | 2,19 | 3,28 | |
| | Dias/Ano: | 242 | 242 | 242 | 242 | 242 | |
| Horas/ano: | | 257 | 443 | 581 | 530 | 794 | |
| Fator de Coincidência de Ponta: | | 0,61 | 0,61 | 0,61 | 0,61 | 0,61 | |
| **Sistema Atual** | | | | | | | |
| Tipo de equipamento / tecnologia | | Incandescente | Incandescente | Incandescente | Fluor. Convencional | Fluor. Convencional | TOTAL |
| Lâmpada | Potência (W): | 60 | 100 | 150 | 20 | 40 | |
| | Quantidade | 6 | 105 | 39 | 112 | 178 | 440 |
| Reator | Potência (W): | | | | 14 | 22 | |
| | Quantidade | | | | 56 | 89 | 145 |
| Potência Instalada (kW) | | 0,3600 | 10,5000 | 5,8500 | 3,0240 | 9,0780 | 28,8120 |
| Energia (MWh/ano) | | 0,0923 | 4,6500 | 3,3977 | 1,6027 | 7,2058 | 16,9485 |
| **Sistema Proposto** | | | | | | | |
| Tipo de equipamento / tecnologia | | Fluor. Compacta | Fluor. Compacta | Fluor. Compacta | Fluor. Trifósforo | Fluor. Trifósforo | TOTAL |
| Lâmpada | Potência (W): | 15 | 25 | 25 | 16 | 32 | |
| | Quantidade | 6 | 105 | 39 | 108 | 182 | 440 |
| Reator | Potência (W): | | | | 5 | 3 | |
| | Quantidade | | | | 54 | 91 | 145 |
| Potência Instalada (kW) | | 0,0900 | 2,6250 | 0,9750 | 1,9980 | 6,0970 | 11,7850 |
| Energia (MWh/ano) | | 0,0231 | 1,1625 | 0,5663 | 1,0589 | 4,8396 | 7,6503 |
| **Resultados Esperados** | | | | | | | TOTAL |
| Redução de Potência (kW) | | 0,1650 | 4,8125 | 2,9792 | 0,6270 | 1,8217 | 10,4054 |
| Energia Conservada (MW/ano) | | 0,0693 | 3,4875 | 2,8314 | 0,5438 | 2,3662 | 9,2981 |
| Economia (%) | | 75,00 | 75,00 | 83,33 | 33,93 | 32,84 | 54,86 |

***Refrigeração***

A TABELA 20 apresenta dados que possibilitam o cálculo da energia consumida no sistema atual de refrigeração e no sistema proposto. A tabela é preenchida da seguinte maneira:

- **horas/dias:** o tempo de utilização diário dos refrigeradores foi conseguido segundo informações dos usuários da entidade, todos funcionam 24h por dia;
- **dias/ano:** adotou-se 365 dias de funcionamento por ano para a refrigeração;
- **horas/ano:** multiplicação das horas utilizadas durante o dia pelos dias do ano;
- **FU (Fator de Utilização):** o FU é o percentual do tempo que se utiliza o equipamento, para este caso foi estimado em 50%;
- **refrigeradores:** as quantidades foram obtidas no levantamento de dados por inspeção e os consumos foram encontrados por medição de corrente e tensão;
- **energia:** corresponde ao consumo dos equipamentos durante o ano;
- **redução de potência:** é a energia conservada multiplicada pelo FU e dividida pelas horas de utilização no ano;
- **economia conservada:** é dada pela diferença entre a energia consumida antes e depois da implementação do projeto;
- **economia (%):** corresponde ao percentual de energia economizado por ano depois da implementação do projeto.

TABELA 20 – Cálculo dos resultados esperados para refrigeração

| REFRIGERAÇÃO | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Refrigeração 1 | Refrigeração 2 | Refrigeração 3 | Refrigeração 4 | Refrigeração 5 | Refrigeração 6 | Refrigeração 7 | Refrigeração 8 | |
| Tempo de utilização | Horas/Dia: | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | |
| | Dias/Ano: | 365 | 365 | 365 | 365 | 365 | 365 | 365 | 365 | |
| Horas/ano: | | 8760 | 8760 | 8760 | 8760 | 8760 | 8760 | 8760 | 8760 | |
| Fator de Utilização (FU): | | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | |
| **Sistema Atual** | | | | | | | | | | **TOTAL** |
| Tipo de equipamento / tecnologia | | Freezer - 305 L | Freezer - 298 L | Frigobar - 238 L | Frigobar - 117 L | Geladeira - 319 L | Geladeira - 403 L | Geladeira - 371 L | Geladeira - 261 L | |
| Quantidade: | | 7 | 1 | 1 | 1 | 12 | 1 | 1 | 8 | **32** |
| Capacidade (kW): | | 88,200 | 72,000 | 45,990 | 40,880 | 67,600 | 176,400 | 133,570 | 61,520 | **686,1600** |
| Energia (MWh/ano) | | 7,4088 | 0,8640 | 0,5519 | 0,4906 | 9,7344 | 2,1168 | 1,6028 | 5,9059 | **28,6752** |
| **Sistema Proposto** | | | | | | | | | | **TOTAL** |
| Tipo de equipamento / tecnologia | | Freezer - 253 L | Freezer - 253 L | Refrigerador - 254 L | Frigobar - 120 L | Refrigerador - 319 L | Refrigerador - 319 L | Refrigerador - 319 L | Refrigerador - 275 L | |
| Quantidade: | | 7 | 1 | 1 | 1 | 12 | 1 | 1 | 8 | **32** |
| Capacidade (kW): | | 40,800 | 40,800 | 30,500 | 19,000 | 24,500 | 24,500 | 24,500 | 23,000 | **227,6000** |
| Energia (MWh/ano) | | 3,4272 | 0,4896 | 0,3660 | 0,2280 | 3,5280 | 0,2940 | 0,2940 | 2,2080 | **10,8348** |
| **Resultados Esperados** | | | | | | | | | | **TOTAL** |
| Redução de Potência (kW) | | 0,2273 | 0,0214 | 0,0106 | 0,0150 | 0,3542 | 0,1040 | 0,0747 | 0,2111 | **1,0183** |
| Energia Conservada (MW/ano) | | 3,9816 | 0,3744 | 0,1859 | 0,2626 | 6,2064 | 1,8228 | 1,3088 | 3,6979 | **17,8404** |
| Economia (%) | | 53,74 | 43,33 | 33,68 | 53,52 | 63,76 | 86,11 | 81,66 | 62,61 | **62,22** |

### 3.2.2 Viabilidade econômica

#### *3.2.2.1 Custos do projeto*

***Orçamentos***

Na TABELA 21 e na TABELA 22 encontram-se os orçamentos dos sistemas de iluminação e refrigeração deste projeto. As tabelas são preenchidas da seguinte maneira:

- **materiais:** o custo unitário das lâmpadas e reatores foi retirado da tabela de preço máximo estipulado no edital da chamada pública. O custo unitário das luminárias e dos refrigeradores foi estimado conforme contato com os fornecedores. Para o caso de apresentar este projeto na chamada pública 001/2007 da COPEL, deve-se apresentar dois orçamentos dos equipamentos que não constam no edital, neste caso as luminárias e os refrigeradores, e refazer os cálculos considerando o orçamento de menor valor;
- **mão-de-obra de terceiros (MOT):** o custo unitário da mão-de-obra de terceiros foi estimado conforme contato com empresas especializadas. Este custo está relacionado aos serviços de retirada e instalação do sistema de iluminação (luminárias, lâmpadas, reatores) e do descarte dos equipamentos retirados do sistema de iluminação e refrigeração (congeladores, refrigeradores). Para o caso de apresentar este projeto na chamada pública 001/2007 da COPEL, deve-se apresentar dois orçamentos destes serviços e refazer os cálculos considerando o orçamento de menor valor.
- **mão-de-obra própria (MOP):** a mão-de-obra própria refere-se às despesas da concessionária e é calculada pela equação 3.2, já demostrada;

- **transporte:** foi estimado um percentual de 3% em cima do custo total de materiais e equipamentos para gastos com transporte;
- **outros custos diretos:** neste caso, estes custos referem-se às despesas destinadas à Medição e Verificação dos resultados reais. Este custo foi estimado conforme contato com empresas especializadas e abrange medições em dois disjuntores de entrada e distribuição de energia durante dois dias, a primeira realizada em julho de 2008 e a segunda medição em maio de 2009. Para o caso de apresentar este projeto na chamada pública 001/2007 da COPEL, deve-se apresentar dois orçamentos e refazer os cálculos considerando o orçamento de menor valor;
- **administração própria:** a administração própria refere-se às despesas da própria concessionária e é calculado pela equação 3.3, já demostrada;
- **outros custos indiretos:** este item refere-se às despesas da concessionária com fiscalização e adota-se o valor de R$ 500,00.

TABELA 21 – Orçamento da iluminação

| Materiais | Quantidade | Custo Unitário do Material | Custo Total Material | Custo Unitário MOT | Custo Total MOT | Custo Total Unitário | Total (R$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lâmpada Fluorescente Compacta Eletrônica 15 W | 6 | 8,27 | 49,62 | 2,00 | 12,00 | 10,27 | 61,62 |
| Lâmpada Fluorescente Compacta Eletrônica 25 W | 105 | 9,56 | 1.003,80 | 2,00 | 210,00 | 11,56 | 1.213,80 |
| Lâmpada Fluorescente Compacta Eletrônica 25 W | 39 | 9,56 | 372,84 | 2,00 | 78,00 | 11,56 | 450,84 |
| Lâmpada Fluorescente Trifósforo T8 - 16 W | 108 | 5,63 | 608,04 | 4,00 | 432,00 | 9,63 | 1.040,04 |
| Lâmpada Fluorescente Trifósforo T8 - 32 W | 182 | 5,02 | 913,64 | 4,00 | 728,00 | 9,02 | 1.641,64 |
| **Subtotal - Lâmpadas** | | | | | | | **4.407,94** |
| Reator Eletrônico 2x16 W AFP | 54 | 17,09 | 922,86 | 8,00 | 432,00 | 25,09 | 1.354,86 |
| Reator Eletrônico 2x32 W AFP | 91 | 20,52 | 1.867,32 | 8,00 | 728,00 | 28,52 | 2.595,32 |
| **Subtotal - Reatores** | | | | | | | **3.950,18** |
| Luminária 2x16 W com refletor | 54 | 48,00 | 2.592,00 | 6,00 | 324,00 | 54,00 | 2.916,00 |
| Luminária 2x32 W com refletor | 91 | 71,25 | 6.483,75 | 6,00 | 546,00 | 77,25 | 7.029,75 |
| **Subtotal - Luminárias** | | | | | | | **9.945,75** |
| **Subtotal - Materiais** | | | 14.813,87 | | | | 14.813,87 |
| **Subtotal - Mão de Obra de Terceiros** | | | | | 3.490,00 | | 3.490,00 |
| **Subtotal - Mão de Obra Própria** | | | | | | | 1.847,86 |
| **Transporte** | 3 | % dos custos dos materiais | | | | | 444,42 |
| **Outros Custos Diretos** | | | | | | | 2.800,00 |
| **Subtotal - Custos Diretos** | | | | | | | **23.396,15** |
| **Administração Própria** | | | | | | | 578,23 |
| **Outros Custos Indiretos** | | | | | | | 250,00 |
| **Subtotal - Custos Indiretos** | | | | | | | **828,23** |
| **TOTAL GERAL** | | | | | | | **24.224,37** |

TABELA 22 – Orçamento da refrigeração

| Materiais | Quantidade | Custo Unitário do Material | Custo Total Material | Custo Unitário MOT | Custo Total MOT | Custo Total Unitário | Total (R$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Freezer - 253 L | 7 | 1.280,00 | 8.960,00 | 35,00 | 245,00 | 1.315,00 | 9.205,00 |
| Freezer - 253 L | 1 | 1.280,00 | 1.280,00 | 35,00 | 35,00 | 1.315,00 | 1.315,00 |
| Refrigerador - 254 L | 1 | 929,00 | 929,00 | 35,00 | 35,00 | 964,00 | 964,00 |
| Frigobar - 120 L | 1 | 760,00 | 760,00 | 35,00 | 35,00 | 795,00 | 795,00 |
| Refrigerador - 319 L | 12 | 1.090,00 | 13.080,00 | 35,00 | 420,00 | 1.125,00 | 13.500,00 |
| Refrigerador - 319 L | 1 | 1.090,00 | 1.090,00 | 35,00 | 35,00 | 1.125,00 | 1.125,00 |
| Refrigerador - 319 L | 1 | 1.090,00 | 1.090,00 | 35,00 | 35,00 | 1.125,00 | 1.125,00 |
| Refrigerador - 275 L | 8 | 980,00 | 7.840,00 | 35,00 | 280,00 | 1.015,00 | 8.120,00 |
| **Subtotal - Refrigeradores** | | | | | | | **36.149,00** |
| **Subtotal - Materiais** | | | 35.029,00 | | | | 35.029,00 |
| **Subtotal - Mão de Obra de Terceiros** | | | | | 1.120,00 | | 1.120,00 |
| **Subtotal - Mão de Obra Própria** | | | | | | | 2.079,40 |
| **Transporte** | 3 | % dos custos dos materiais | | | | | 1.050,87 |
| **Outros Custos Diretos** | | | | | | | 0,00 |
| **Subtotal - Custos Diretos** | | | | | | | **39.279,27** |
| **Administração Própria** | | | | | | | 425,03 |
| **Outros Custos Indiretos** | | | | | | | 250,00 |
| **Subtotal - Custos Indiretos** | | | | | | | **675,03** |
| **TOTAL GERAL** | | | | | | | **39.954,29** |

#### *3.2.2.2 Cálculo da Relação Custo-Benefício do projeto*

A seguir, é aplicada a metodologia mencionada no item 2.8.4 do Capítulo 2.

Primeiramente, calculou-se o custo anualizado de cada uso final. Em seguida, foi feito o cálculo do benefício individual. Assim, encontrou-se a RCB individual, apresentada na TABELA 25 e na TABELA 28.

TABELA 23 – Cálculo dos custos anualizados para iluminação

| Equipamento | Vida Útil (horas) | Vida Útil (anos) | Tempo de utilização (h/ano) | i | FRC | CE | CPE | CA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lâmpada Fluorescente Compacta Eletrônica 15 W | 8.000 | 29,03 | 275,60 | 0,12 | 0,12465 | 49,62 | 81,14 | 10,11 |
| Lâmpada Fluorescente Compacta Eletrônica 25 W | 8.000 | 16,81 | 475,80 | 0,12 | 0,14097 | 1.003,80 | 1.641,46 | 231,40 |
| Lâmpada Fluorescente Compacta Eletrônica 25 W | 8.000 | 12,82 | 624,00 | 0,12 | 0,15663 | 372,84 | 609,69 | 95,50 |
| Lâmpada Fluorescente Trifósforo T8 - 16 W | 7.500 | 13,17 | 569,40 | 0,12 | 0,15479 | 608,04 | 994,30 | 153,91 |
| Lâmpada Fluorescente Trifósforo T8 - 32 W | 7.500 | 8,79 | 852,80 | 0,12 | 0,19021 | 913,64 | 1.494,03 | 284,17 |
| Reator Eletrônico 2x16 W AFP | 5.694 | 10,00 | 569,40 | 0,12 | 0,17698 | 922,86 | 1.509,11 | 267,09 |
| Reator Eletrônico 2x32 W AFP | 8.528 | 10,00 | 852,80 | 0,12 | 0,17698 | 1.867,32 | 3.053,53 | 540,43 |
| Luminária 2x16 W com refletor | 11.388 | 20,00 | 569,40 | 0,12 | 0,13388 | 2.592,00 | 4.238,57 | 567,45 |
| Luminária 2x32 W com refletor | 17.056 | 20,00 | 852,80 | 0,12 | 0,13388 | 6.483,75 | 10.602,55 | 1.419,46 |
| | **TOTAL** | | | | | 14.813,87 | 24.224,37 | **3.569,51** |

TABELA 24 – Cálculo dos benefícios para iluminação

| Resultados Esperados | | Fluor. Compacta 15W | Fluor. Compacta 25W | Fluor. Compacta 25W | Fluor. Trifósforo 16W | Fluor. Trifósforo 32W | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Redução de Potência (kW)** | | 0,1650 | 4,8125 | 2,9792 | 0,6270 | 1,8217 | 10,4054 |
| **Energia Conservada (MWh/ano)** | | 0,0693 | 3,4875 | 2,8314 | 0,5438 | 2,3662 | 9,2981 |
| **CED: 480,39**<br>**CEE: 138,4** | **BENEFÍCIOS** | 88,8500 | 2.794,5500 | 1.823,0276 | 376,4608 | 1.202,6190 | **6.285,5075** |

TABELA 25 – Cálculo da RCB para iluminação

| | |
|---|---|
| Custo Anualizado Total (CA) | 3.569,51 |
| Benefícios (B) | 6285,507 |
| **RCB** | **0,5679** |

TABELA 26 – Cálculo dos custos anualizados para refrigeração

| Equipamento | Vida Útil (horas) | Vida Útil (anos) | Tempo de utilização (h/ano) | i | FRC | CE | CPE | CA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Freezer - 253 L | 140160,00 | 16,00 | 8760,00 | 0,12 | 0,14339 | 8960,00000 | 10.219,83 | 1.465,42 |
| Freezer - 253 L | 140160,00 | 16,00 | 8760,00 | 0,12 | 0,14339 | 1280,00000 | 1.459,98 | 209,35 |
| Refrigerador - 254 L | 140160,00 | 16,00 | 8760,00 | 0,12 | 0,14339 | 929,00000 | 1.059,62 | 151,94 |
| Frigobar - 120 L | 140160,00 | 16,00 | 8760,00 | 0,12 | 0,14339 | 760,00000 | 866,86 | 124,30 |
| Refrigerador - 319 L | 140160,00 | 16,00 | 8760,00 | 0,12 | 0,14339 | 13080,00000 | 14.919,13 | 2.139,25 |
| Refrigerador - 319 L | 140160,00 | 16,00 | 8760,00 | 0,12 | 0,14339 | 1090,00000 | 1.243,26 | 178,27 |
| Refrigerador - 319 L | 140160,00 | 16,00 | 8760,00 | 0,12 | 0,14339 | 1090,00000 | 1.243,26 | 178,27 |
| Refrigerador - 275 L | 140160,00 | 16,00 | 8760,00 | 0,12 | 0,14339 | 7840,00000 | 8.942,35 | 1.282,24 |
| **TOTAL** | | | | | | 35.029,00 | 39.954,29 | **5.729,05** |

TABELA 27 – Cálculo dos benefícios para refrigeração

| Resultados Esperados | Freezer - 253 L | Freezer - 253 L | Refrigerador - 254 L | Frigobar - 120 L | Refrigerador - 319 L | Refrigerador - 319 L | Refrigerador - 319 L | Refrigerador - 275 L | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Redução de Potência (kW)** | 0,2273 | 0,0214 | 0,0106 | 0,0150 | 0,3542 | 0,1040 | 0,0747 | 0,2111 | 1,0183 |
| **Energia Conservada** | 3,9816 | 0,3744 | 0,1859 | 0,2626 | 6,2064 | 1,8228 | 1,3088 | 3,6979 | 17,8404 |
| **CED: 480,39**<br>**CEE: 138,4** **BENEFÍCIOS** | 660,2270 | 62,0828 | 30,8225 | 43,5376 | 1.029,1423 | 302,2558 | 217,0312 | 613,1873 | **2.958,2866** |

TABELA 28 – Cálculo da RCB para refrigeração

| | |
|---|---|
| Custo Anualizado Total (CA) | 5.729,05 |
| Benefícios (B) | 2958,287 |
| **RCB** | **1,9366** |

A implementação do sistema de iluminação se apresentou como uma alternativa viável, pois o valor da RCB encontrada é inferior a 0,800.

Já na análise da RCB do sistema de refrigeração, nota-se que o sistema proposto é inviável, uma vez que apresentou o valor superior ao limite de 0,800. Assim, pode-se concluir que não há viabilidade econômica para a substituição do sistema de refrigeração da entidade. O principal fator que influenciou o valor final da RCB foi o baixo valor da energia conservada, se comparado ao alto custo dos equipamentos.

Tendo em vista este resultado, a refrigeração foi descartada do sistema proposto, permanecendo apenas a iluminação como uso final a ser analisado. Dessa maneira, o sistema de iluminação sofre algumas modificações, devido aos valores antes compartilhados da mão-de-obra de terceiros, da administração própria e da fiscalização. Alguns cálculos foram refeitos e as tabelas do sistema de iluminação que sofreram mudanças são apresentadas a seguir.

TABELA 29 – Orçamento final da iluminação

| Materiais | Quantidade | Custo Unitário do Material | Custo Total Material | Custo Unitário MOT | Custo Total MOT | Custo Total Unitário | Total (R$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lâmpada Fluorescente Compacta Eletrônica 15 W | 6 | 8,27 | 49,62 | 2,00 | 12,00 | 10,27 | 61,62 |
| Lâmpada Fluorescente Compacta Eletrônica 25 W | 105 | 9,56 | 1.003,80 | 2,00 | 210,00 | 11,56 | 1.213,80 |
| Lâmpada Fluorescente Compacta Eletrônica 25 W | 39 | 9,56 | 372,84 | 2,00 | 78,00 | 11,56 | 450,84 |
| Lâmpada Fluorescente Trifósforo T8 - 16 W | 108 | 5,63 | 608,04 | 4,00 | 432,00 | 9,63 | 1.040,04 |
| Lâmpada Fluorescente Trifósforo T8 - 32 W | 182 | 5,02 | 913,64 | 4,00 | 728,00 | 9,02 | 1.641,64 |
| **Subtotal - Lâmpadas** | | | | | | | **4.407,94** |
| Reator Eletrônico 2x16 W AFP | 54 | 17,09 | 922,86 | 8,00 | 432,00 | 25,09 | 1.354,86 |
| Reator Eletrônico 2x32 W AFP | 91 | 20,52 | 1.867,32 | 8,00 | 728,00 | 28,52 | 2.595,32 |
| **Subtotal - Reatores** | | | | | | | **3.950,18** |
| Luminária 2x16 W com refletor | 54 | 48,00 | 2.592,00 | 6,00 | 324,00 | 54,00 | 2.916,00 |
| Luminária 2x32 W com refletor | 91 | 71,25 | 6.483,75 | 6,00 | 546,00 | 77,25 | 7.029,75 |
| **Subtotal - Luminárias** | | | | | | | **9.945,75** |
| **Subtotal - Materiais** | | | 14.813,87 | | | | 14.813,87 |
| **Subtotal - Mão de Obra de Terceiros** | | | | | 3.490,00 | | 3.490,00 |
| **Subtotal - Mão de Obra Própria** | | | | | | | 3.226,68 |
| **Transporte** | 3 | % dos custos dos materiais | | | | | 444,42 |
| **Outros Custos Diretos** | | | | | | | 2.800,00 |
| **Subtotal - Custos Diretos** | | | | | | | **24.774,96** |
| **Administração Própria** | | | | | | | 716,11 |
| **Outros Custos Indiretos** | | | | | | | 500,00 |
| **Subtotal - Custos Indiretos** | | | | | | | **1.216,11** |
| **TOTAL GERAL** | | | | | | | **25.991,07** |

TABELA 30 – Cálculo final dos custos anualizados para iluminação

| Equipamento | Vida Útil (horas) | Vida Útil (anos) | Tempo de utilização (h/ano) | i | FRC | CE | CPE | CA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lâmpada Fluorescente Compacta Eletrônica 15 W | 8.000 | 29,03 | 275,60 | 0,12 | 0,12465 | 49,62 | 87,06 | 10,85 |
| Lâmpada Fluorescente Compacta Eletrônica 25 W | 8.000 | 16,81 | 475,80 | 0,12 | 0,14097 | 1.003,80 | 1.761,18 | 248,27 |
| Lâmpada Fluorescente Compacta Eletrônica 25 W | 8.000 | 12,82 | 624,00 | 0,12 | 0,15663 | 372,84 | 654,15 | 102,46 |
| Lâmpada Fluorescente Trifósforo T8 - 16 W | 7.500 | 13,17 | 569,40 | 0,12 | 0,15479 | 608,04 | 1.066,81 | 165,13 |
| Lâmpada Fluorescente Trifósforo T8 - 32 W | 7.500 | 8,79 | 852,80 | 0,12 | 0,19021 | 913,64 | 1.602,99 | 304,90 |
| Reator Eletrônico 2x16 W AFP | 5.694 | 10,00 | 569,40 | 0,12 | 0,17698 | 922,86 | 1.619,17 | 286,57 |
| Reator Eletrônico 2x32 W AFP | 8.528 | 10,00 | 852,80 | 0,12 | 0,17698 | 1.867,32 | 3.276,23 | 579,84 |
| Luminária 2x16 W com refletor | 11.388 | 20,00 | 569,40 | 0,12 | 0,13388 | 2.592,00 | 4.547,69 | 608,84 |
| Luminária 2x32 W com refletor | 17.056 | 20,00 | 852,80 | 0,12 | 0,13388 | 6.483,75 | 11.375,80 | 1.522,98 |
| | **TOTAL** | | | | | 14.813,87 | 25.991,07 | **3.829,84** |

TABELA 31 – Cálculo final da RCB para iluminação

| | |
|---|---|
| Custo Anualizado Total (CA) | 3.829,84 |
| Benefícios (B) | 6285,507 |
| **RCB** | **0,6093** |

Assim, as metas do projeto estão descritas na TABELA 32.

TABELA 32 – Metas do projeto

| Usos Finais | Energia Economizada (MWh/ano) | Demanda Retirada (kW) | RCB |
|---|---|---|---|
| Iluminação | 9,2981 | 10,4054 | 0,6093 |

A TABELA 33 apresenta os custos por categoria contábil e origens dos recursos e verifica alguns critérios estipulados pelo edital da chamada pública.

TABELA 33 – Custo por categoria contábil e origens dos recursos

| Tipo de Custo | Custos Totais | | Origem dos Recursos (R$) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | R$ | % | Recursos Próprios | Recursos de Terceiros | Recursos do consumidor |
| **Custos Diretos** | | | | | |
| Materiais e Equipamentos | 14.813,87 | 57,00 | 14.813,87 | 0,00 | 0,00 |
| Mão-de-obra própria | 3.226,68 | 12,41 | 3.226,68 | 0,00 | 0,00 |
| Mão-de-obra de terceiros | 3.490,00 | 13,43 | 3.490,00 | 0,00 | 0,00 |
| Transporte | 444,42 | 1,71 | 444,42 | 0,00 | 0,00 |
| Outros Custos Diretos | 2.800,00 | 10,77 | 2.800,00 | 0,00 | 0,00 |
| **Custos Indiretos** | | | | | |
| Administração Própria | 716,11 | 2,76 | 716,11 | 0,00 | 0,00 |
| Outros Custos Indiretos | 500,00 | 1,92 | 500,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 25.991,07 | 100,00 | 25.991,07 | 0,00 | 0,00 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Verificação de MOT:** | **23,56** | % do Material | OK |
| **Verificação de MOP e Adm. Própria:** | **15,17** | % do Total | OK |
| **Verificação de Transporte:** | **3,00** | % do Material | OK |

#### *3.2.2.3 Prazos previstos*

A TABELA 34 apresenta o cronograma físico do projeto ao longo da sua execução no caso da implementação. Já a TABELA 35 mostra o cronograma financeiro previsto.

TABELA 34 – Cronograma físico

| Etapas | jul/08 | ago/08 | set/08 | out/08 | nov/08 | dez/08 | jan/09 | fev/09 | mar/09 | abr/09 | mai/09 | jun/09 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Celebração do instrumento de ajuste com a COPEL Distribuição S.A. | X | X | X | | | | | | | | | |
| Medição e Verificação | X | | | | | | | | | | X | |
| Aquisição de equipamentos e materiais | X | | | | | | | | | | | |
| Contratação de serviços e/ou mão-de-obra de terceiros | X | | | | | | | | | | | |
| Execução da obra | | X | X | X | | | | | | | | |
| Descarte de materiais substituídos e/ou retirados | | X | X | X | | | | | | | | |
| Elaboração de Relatórios (parcial e final) | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Acompanhamento do projeto | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |

TABELA 35 – Cronograma financeiro

| Etapas | jul/08 | ago/08 | set/08 | out/08 | nov/08 | dez/08 | jan/09 | fev/09 | mar/09 | abr/09 | mai/09 | jun/09 | Total R$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Celebração do instrumento de ajuste com a COPEL Distribuição S.A. | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | | | | | | | | 0,00 |
| Medição e Verificação | 1.400,00 | 1.400,00 | | | | | | | | | 0,00 | | 2.800,00 |
| Aquisição de equipamentos e materiais | 14.813,87 | | | | | | | | | | | | 14.813,87 |
| Contratação de serviços e/ou mão-de-obra de terceiros | 0,00 | | | | | | | | | | | | 0,00 |
| Execução da obra | | 1.237,40 | 1.237,40 | 1.237,40 | | | | | | | | | 3.712,21 |
| Descarte de materiais substituídos e/ou retirados | | 74,07 | 74,07 | 74,07 | | | | | | | | | 222,21 |
| Elaboração de Relatórios (parcial e final) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Acompanhamento do projeto | 370,23 | 370,23 | 370,23 | 370,23 | 370,23 | 370,23 | 370,23 | 370,23 | 370,23 | 370,23 | 370,23 | 370,23 | 4.442,79 |
| TOTAL | 16.584,10 | 3.081,70 | 1.681,70 | 1.681,70 | 370,23 | 370,23 | 370,23 | 370,23 | 370,23 | 370,23 | 370,23 | 370,23 | 25.991,07 |

### *3.2.3 Endomarketing*

Com a finalidade de conscientizar funcionários e usuários da entidade, foram elaborados o Manual de Eficiência Energética e o informativo “Como economizar Energia Elétrica?” que encontram-se, respectivamente, no Apêndice A e B deste projeto.

No manual são apresentadas dicas de eficiência energética de vários usos finais, inclusive alguns que não se encontram na unidade. Isso foi proposital, pois preocupou-se em difundir as informações além das aplicações internas na APAE, ainda mais com o interesse dos próprios colaboradores que solicitaram procedimentos para se economizar energia em suas próprias casas.

Os informativos serão fixados nas paredes das salas de aula e em outros locais de grande circulação. Os manuais serão distribuídos em cada ambiente da unidade.

O manual foi elaborado com base em dicas de eficiência energética do PROCEL (ELETROBRÁS, 2003b) e de concessionárias de energia como a COPEL (COPEL, s.d. c) e a CEMIG (CEMIG, 2002).

Os desenhos do informativo foram retirados de *sites* da empresa KV Instalações (KV, 2007), do SAAE (Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Guarulhos) (SAAE, s.d.), da revista Santa Casa (Revista Santa Casa, 2004) e de projetos da COPEL (Ambiente Brasil, s.d.).

## *3.3 ANÁLISE TARIFÁRIA*

Visando otimizar a contratação de energia no local, realizaram-se diversas simulações tarifárias com os dados de medição, tanto faturados quanto medidos, para concluir qual seria a opção mais vantajosa.

Primeiramente, foram analisadas as 94 faturas obtidas do local para ter conhecimento do histórico de consumo dos 4 últimos anos de cada uma das entradas de fornecimento e também da classe a qual o consumidor é faturado pela concessionária. Atualmente a APAE é faturada com as tarifas do subgrupo de baixa tensão B3 (Demais Classes). A FIGURA 33 apresenta o histórico de consumo da entidade nos últimos 4 anos.

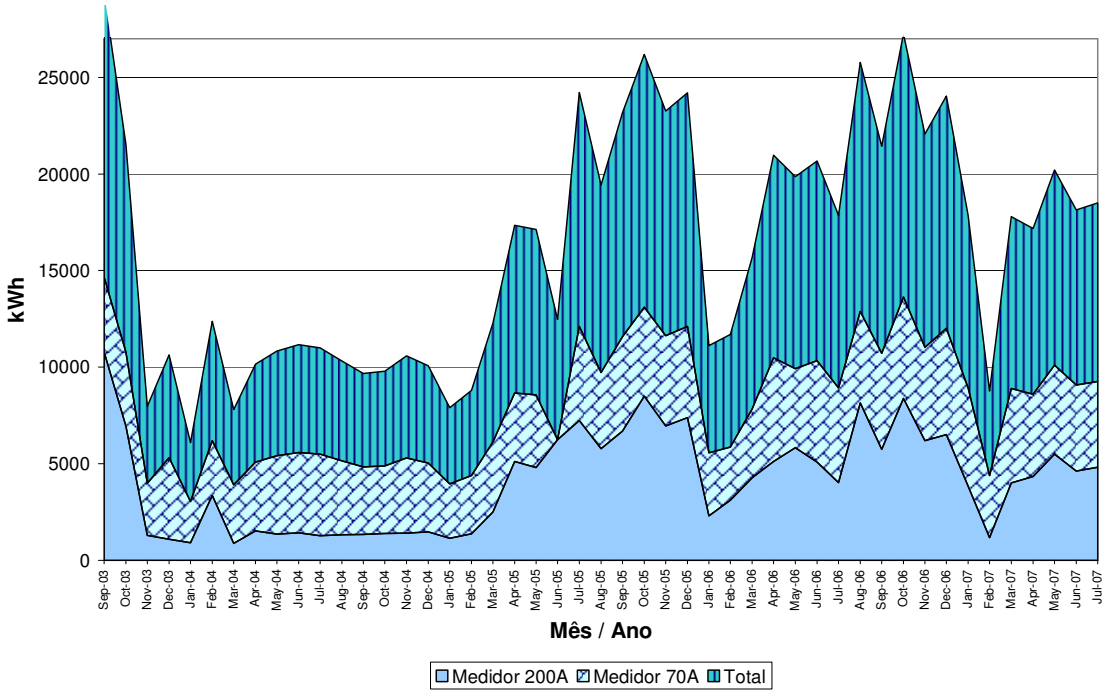



FIGURA 33 – Histórico do consumo das principais cargas

O gráfico acima possibilitou decidir quais valores adotar para a avaliação tarifária do local. Como base para o estudo das simulações foi adotado a média das medições faturadas do último ano.

Com a análise dos gráficos e os valores de demanda e consumos nos horários de ponta e fora de ponta obtidos pelas medições diretas, foi definido o percentual de uso da energia na ponta e fora de ponta, bem como os valores de demandas contratadas a serem utilizados nas simulações para a alta tensão.

É interessante lembrar que a APAE não possui subestação, portanto o aumento do nível de tensão de fornecimento da entidade resultaria na soma do custo da construção de uma subestação ao resultado da simulação tarifária, para que a viabilidade econômica da alternativa não apresente distorção nos resultados.

A seguir são ilustrados alguns gráficos das demandas do medidor da entrada de 200 A (entrada nº 3.311.185-5), a qual alimenta os prédios da piscina, do depósito 1 e do abastecimento.

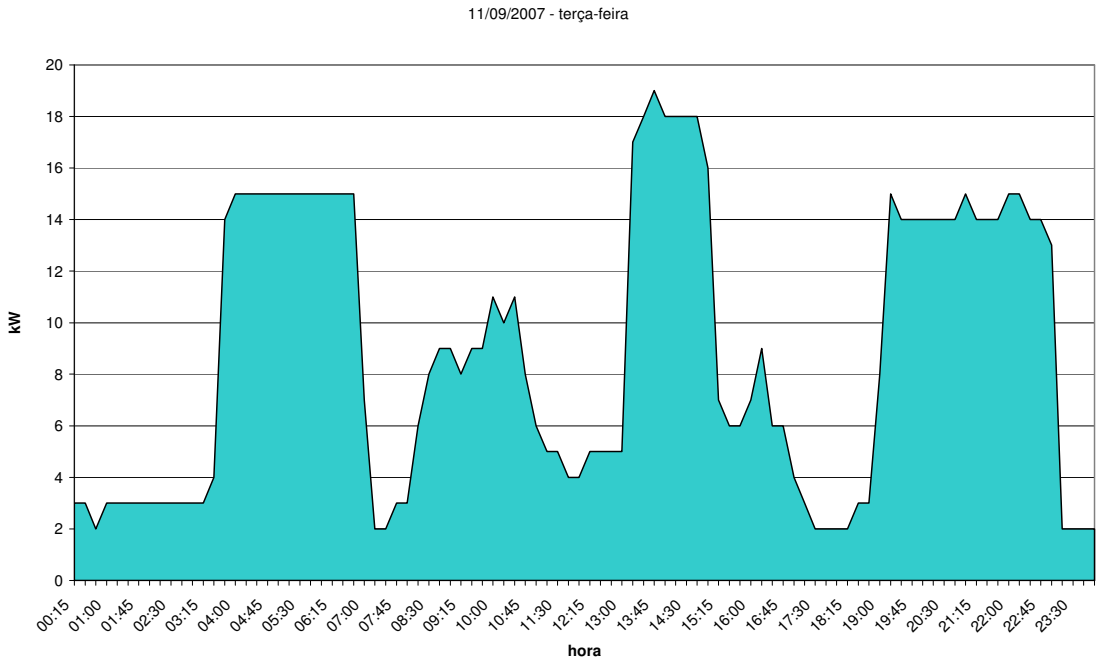



FIGURA 34 – Demanda da entrada de 200A na terça-feira, dia 11/09/2007

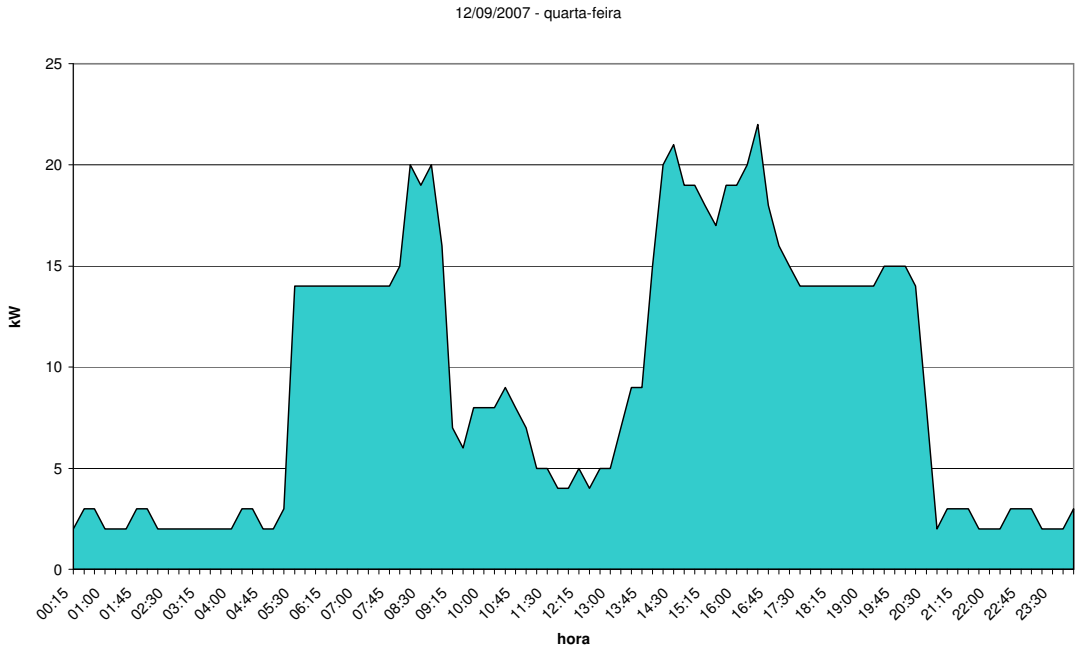



FIGURA 35 – Demanda da entrada de 200A na quarta-feira, dia 12/09/2007

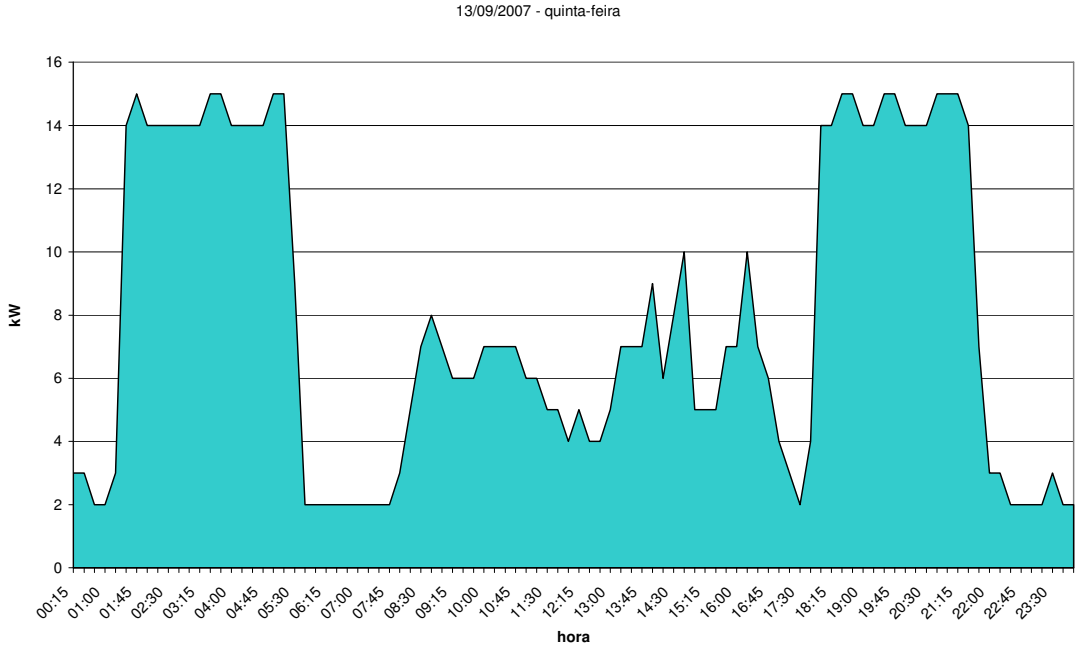



FIGURA 36 – Demanda da entrada de 200A na quinta-feira, dia 13/09/2007

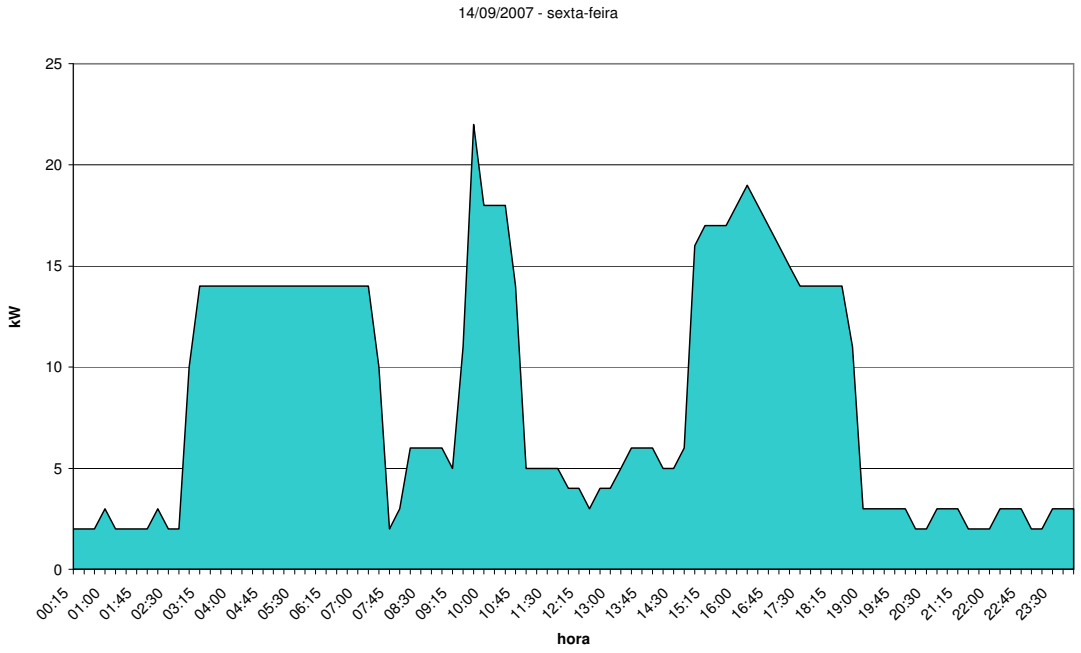



FIGURA 37 – Demanda da entrada de 200A na sexta-feira, dia 14/09/2007

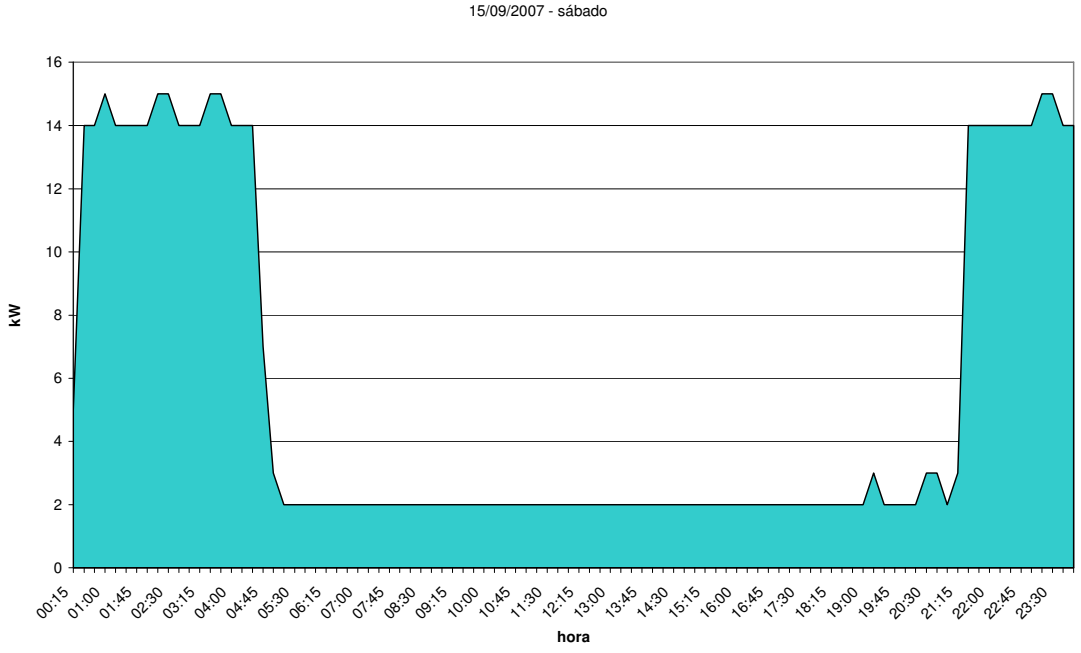



FIGURA 38 – Demanda da entrada de 200A no sábado, dia 15/09/2007

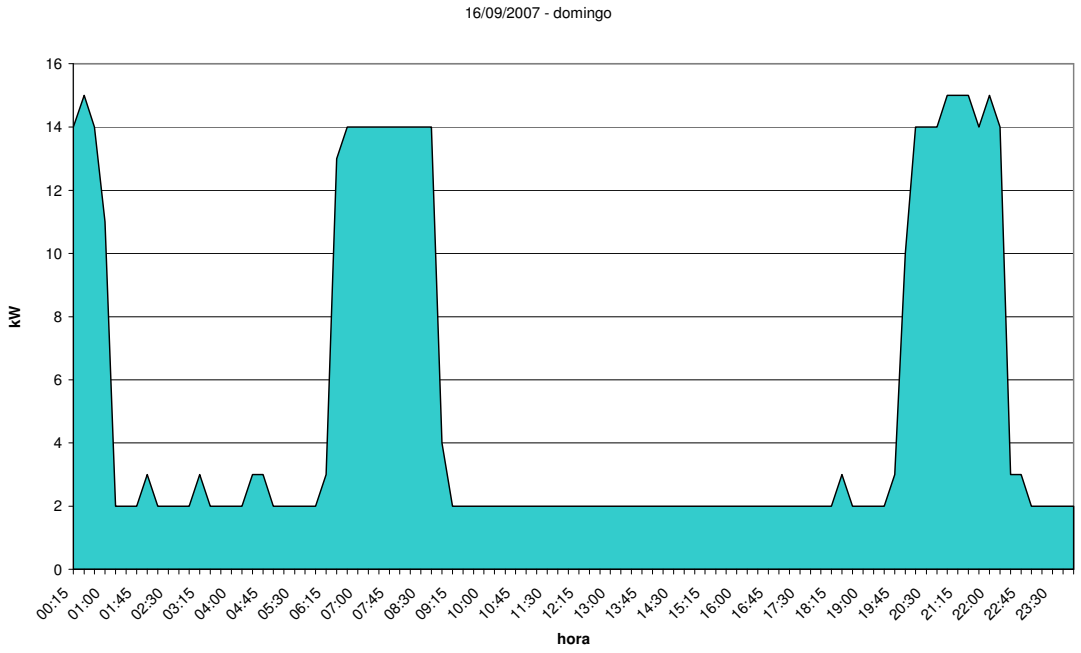



FIGURA 39 – Demanda da entrada de 200A no domingo, dia 16/09/2007

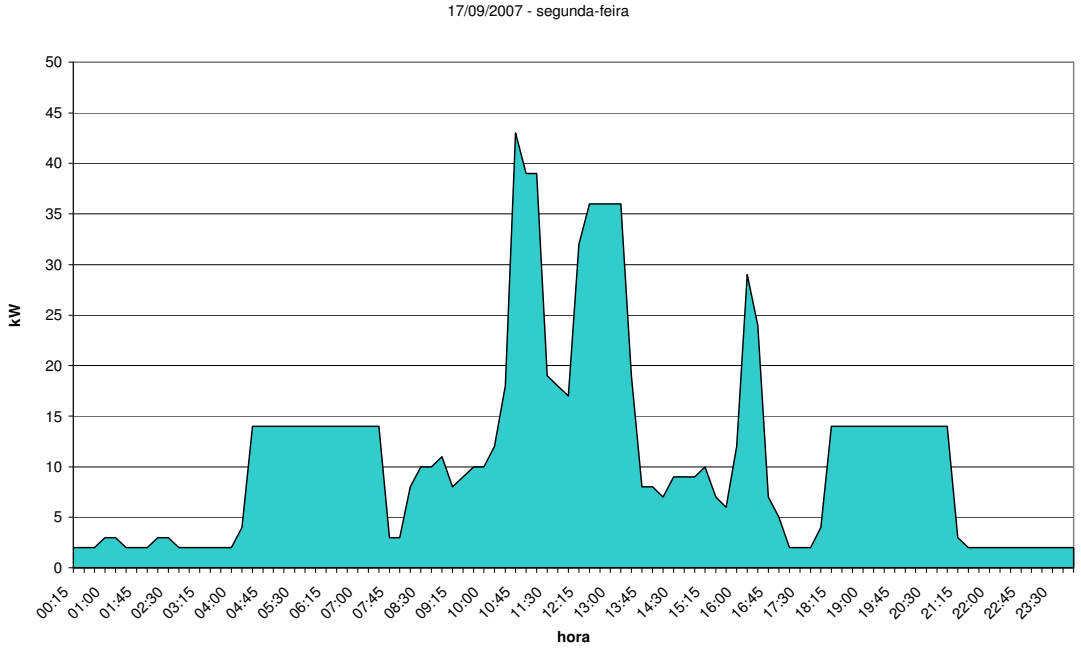



FIGURA 40 – Demanda da entrada de 200A na segunda-feira, dia 17/09/2007

Em relação aos gráficos acima, é interessante comentar que os valores de demanda próximos a 15 kW são devidos ao funcionamento das bombas de calor utilizadas para o aquecimento da piscina existente na entidade. As bombas de calor ar-água funcionam de acordo com um termômetro regulador da temperatura da água: nos momentos em que esta temperatura se torna inferior a 32,5ºC as bombas são ativadas automaticamente para que a temperatura de 35ºC seja atingida.

Esses dados de demanda foram somados à outra entrada de fornecimento para que a análise da demanda a ser contratada fosse realizada.

Calcularam-se os percentuais no horário de ponta (17%) e fora de ponta (83%) dos consumos medidos pelos analisadores para a obtenção dos valores de consumo a serem utilizados nas simulações.

Foram considerados os valores das tarifas do subgrupo A4, tensão de fornecimento de 13,8 kV e a unificação das medições das duas entradas de fornecimento para todas as simulações em alta tensão. Os cálculos utilizados para a análise de cada sistema de tarifação foram baseados nas definições e equações estabelecidas na resolução 456, de 29 de novembro de 2000.

A seguir serão apresentadas as simulações realizadas na entidade. Para suas realizações, consideraram-se as tarifas vigentes da resolução 479, de 19 de junho de 2007, o ICMS de 27% e o PIS/COFINS/PASEP de 6,09%.

### 3.3.1 Simulação para o sistema atual – Subgrupo B3 (Demais Classes)

O cálculo do total da fatura é realizado pela multiplicação do consumo pela tarifa, segundo a TABELA 36 e a TABELA 37.

**Medidor 952745078:**

TABELA 36 - Cálculo do importe mensal - medidor 952745078 - Tarifa B3

| Consumo (kWh) | Tarifa Atual B3 (R$) | Total fatura (R$) |
|---|---|---|
| 5.173 | 0,357196234 | 1.847,91 |

**Medidor 882040558:**

TABELA 37 - Cálculo do importe mensal - medidor 882040558 - Tarifa B3

| Consumo (kWh) | Tarifa Atual B3 (R$) | Total fatura (R$) |
|---|---|---|
| 4.707 | 0,357196234 | 1.681,43 |

Importe mensal total: R$ 3.529,35

Custo médio do kWh: R$ 0,3572

### 3.3.2 Simulação para o sistema com benefício às entidades filantrópicas

Essa análise está de acordo com as definições do item 2.9.1.

Anteriormente à simulação, foram realizados os cálculos da proporcionalidade do número de assistidos para cada entrada de serviço conforme demonstrado na TABELA 38.

TABELA 38 - Proporcionalidade de assistidos por entrada de fornecimento

| | | |
|---|---|---|
| TOTAL | Número total de assitidos (alunos) | 224 |
| | Consumo total (kWh) | 9.477,67 |
| Entrada 200A | Média dos três últimos meses (kWh) - Entrada 200A | 4.970,33 |
| | Proporcionalidade do consumo - Entrada 200A | 52% |
| | Número de assistidos - Entrada 200A | 117 |
| Entrada 70A | Média dos três últimos meses (kWh) - Entrada 70A | 4.507,33 |
| | Proporcionalidade do consumo - Entrada 70A | 48% |
| | Número de assistidos - Entrada 70A | 107 |

**Medidor 952745078:**

A TABELA 39 informa os dados para que a simulação seja realizada.

TABELA 39 – Dados de entrada para simulação – medidor 952745078

| | |
|---|---|
| N.º Assistidos: | 117 |
| N.º Contas: | 29 |
| Consumo total (kWh): | 5.173,385 |
| Consumo/conta (kWh): | 176,87 |

A TABELA 40 ilustra o escalonamento realizado para o faturamento do subgrupo baixa renda, o qual as entidades filantrópicas têm direito.

TABELA 40 – Cálculo do importe mensal para ent. filantrópicas- medidor 952745078

| Tarifas Baixa Renda (R$) | Escalonamento (kWh) | Descontos Baixa Renda | Importe Proposto (R$) | Total fatura (R$) |
|---|---|---|---|---|
| 0,132028097 | 30 | Consumo até 30 kWh | 3,96 | 1.374,05 |
| 0,227350172 | 50 | Consumo de 30 a 80 kWh | 11,37 | |
| 0,22912868 | 20 | Consumo de 80 a 100 kWh | 4,58 | |
| 0,343715439 | 60 | Consumo de 100 a 160 kWh | 20,62 | |
| 0,381930952 | 16,87 | Acima de 160 kWh | 6,44 | |

**Medidor 882040558:**

A TABELA 41 ilustra os dados para que a simulação seja realizada.

TABELA 41 - Dados de entrada para simulação – medidor 882040558

| | |
|---|---|
| N.º Assistidos: | 107 |
| N.º Contas: | 27 |
| Consumo total (kWh): | 4707,308 |
| Consumo/conta (kWh): | 175,97 |

A TABELA 42 explicita o escalonamento realizado para o faturamento do subgrupo baixa renda.

TABELA 42 - Cálculo do importe mensal para ent. filantrópicas - medidor 882040558

| Tarifas Baixa Renda (R$/ KWh) | Escalonamento (kWh) | Descontos Baixa Renda | Importe Proposto (R$) | Total fatura (R$) |
|---|---|---|---|---|
| 0,132028097 | 30 | Consumo até 30 kWh | 3,960842923 | 1.247,48 |
| 0,227350172 | 50 | Consumo de 30 a 80 kWh | 11,36750859 | |
| 0,22912868 | 20 | Consumo de 80 a 100 kWh | 4,582573606 | |
| 0,343715439 | 60 | Consumo de 100 a 160 kWh | 20,62292632 | |
| 0,381930952 | 15,97 | Acima de 160 kWh | 6,101015 | |

Importe mensal total: R$ 2.621,54

Custo médio do kWh: R$ 0,2653

### 3.3.3 Simulação para o sistema Convencional A4

A TABELA 43 informa os valores utilizados para a simulação do sistema Convencional. A seguir os resultados são apresentados na TABELA 44.

TABELA 43 - Dados de entrada para simulação Convencional A4

| | |
|---|---|
| Ano | 2006/2007 |
| Consumo Total (kWh) | 9.880 |
| Demanda Medida (kW) | 46 |
| Demanda Contratada (kW) | 51 |

TABELA 44 - Cálculos e resultados para simulação Convencional A4

| | |
|---|---|
| Consumo Faturado (kWh): | 9.880 |
| Demanda Faturada (kW): | 46 |
| Demanda sem uso faturada (kW) | 5 |
| Tarifa de Consumo (R$/kWh) | Importe de Consumo (R$) |
| 0,19937 | 1.969,80 |
| Tarifa Demanda (R$/kW) | Importe de Demanda (R$) |
| 38,73860 | 1.781,98 |
| Contratada não Utilizada (R$/kW) | Importe de Demanda Contratada não Utilizada (R$) |
| 27,60089 | 138,00 |
| Importe Total (R$) | 3.889,78 |
| Custo médio (R$/kWh) | 0,3937 |

Importe mensal total obtido: R$ 3.889,78

Custo médio calculado do kWh: R$ 0,3937

É necessário o investimento adicional de aproximadamente R$ 40.421,55 para a construção da subestação 13,8 kV (Tribunal Regional do Trabalho, 2006).

### 3.3.4 Simulação para o sistema Horo-sazonal Verde A4

A TABELA 45 informa os dados utilizados para a simulação do sistema horo-sazonal verde. Os resultados das parcelas que compõem o valor total são apresentados na TABELA 46.

TABELA 45 - Dados de entrada para simulação Horo- Sazonal Verde A4

| | |
|---|---|
| Ano | 2006/2007 |
| Consumo Medido na Ponta (kWh) | 1.680 |
| Consumo Medido Fora de Ponta (kWh) | 8.200 |
| Demanda Medida (kW) | 46 |
| Demanda Contratada (kW) | 51 |

TABELA 46 - Cálculos e resultados para a simulação Horo-Sazonal Verde A4

| | |
|---|---|
| Consumo Faturado Ponta (kWh) | 1680 |
| Consumo Fatura Fora de Ponta (kWh) | 8200 |
| Demanda Faturada (kW) | 46 |
| Demanda Contratada não Utilizada (kWh) | 5 |
| Tarifa Média Consumo Ponta (R$/kWh) | Importe Consumo Ponta (R$) |
| 0,97464 | 1.637,00 |
| Tarifa Média Consumo Fora de Ponta (R$/kWh) | Importe Consumo Fora de Ponta (R$) |
| 0,17613 | 1.444,35 |
| Tarifa Demanda (R$/kW) | Importe Demanda (R$) |
| 14,00389 | 644,18 |
| Tarifa Demanda Contratada não Utilizada (R$/kW) | Importe Demanda (R$) |
| 9,97764 | 49,89 |
| Importe Total (R$) | 3.775,42 |
| Custo médio (R$/kWh) | 0,3821 |

Importe mensal total obtido: R$ 3.775,42

Custo médio calculado do kWh: R$ 0,3821

É necessário o investimento adicional de aproximadamente R$ 40.421,55 para a construção da subestação 13,8 kV (Tribunal Regional do Trabalho, 2006).

### 3.3.5 Simulação para o sistema Horo-sazonal Azul A4

A TABELA 47 mostra os dados utilizados para a simulação do sistema horo-sazonal azul. Os montantes que compõem o importe total são apresentados na TABELA 48.

TABELA 47 - Dados de entrada para simulação Horo-Sazonal Azul A4

| Ano | 2006/2007 |
|---|---|
| Consumo Medido na Ponta (kWh) | 1.680 |
| Consumo Medido Fora de Ponta (kWh) | 8.200 |
| Demanda Medida na Ponta (kW) | 38 |
| Demanda Contratada na Ponta (kW) | 42 |
| Demanda Medida Fora de Ponta (kW) | 46 |
| Demanda Contratada Fora de Ponta (kW) | 51 |

TABELA 48 - Cálculos e resultados para a simulação Horo-Sazonal Azul A4

| | |
|---|---|
| Consumo Faturado na Ponta (kWh) | 1680 |
| Consumo Faturado Fora de Ponta (kWh) | 8200 |
| Demanda Faturada na Ponta (kW) | 38 |
| Demanda Contratada não Utilizada (kW) | 4 |
| Demanda Faturada Fora de Ponta (kW) | 46 |
| Demanda Contratada Fora de Ponta não Utilizada (kW) | 5 |
| Tarifa Média Consumo na Ponta (R$/kWh) | Importe Consumo na Ponta (R$) |
| 0,28314 | 475,57 |
| Tarifa Média Consumo Fora de Ponta (R$/kWh) | Importe Consumo Fora de Ponta (R$) |
| 0,17613 | 1.444,35 |
| Tarifa Demanda na Ponta (R$/kWh) | Importe Demanda na Ponta (R$) |
| 42,1910 | 1.603,26 |
| Tarifa Demanda Contratada não Utilizada na Ponta (R$/kWh) | Importe Demanda não Utilizada na Ponta (R$) |
| 30,0607 | 120,24 |
| Tarifa Demanda Fora de Ponta (R$/kWh) | Importe Demanda Fora de Ponta (R$) |
| 14,0039 | 644,18 |
| Tarifa Demanda Contratada não Utilizada Fora de Ponta (R$/kWh) | Importe Demanda não Utilizada Fora de Ponta (R$) |
| 9,9776 | 49,89 |
| Importe Total (R$) | 4.337,49 |
| Custo unitário (R$/kWh) | 0,4390 |

Importe mensal total obtido: R$ 4.337,49

Custo médio calculado do kWh: R$ 0,4390

É necessário o investimento adicional de aproximadamente R$ 40.421,55 para a construção da subestação 13,8 kV (Tribunal Regional do Trabalho, 2006).

### 3.3.6 Análise comparativa

A TABELA 49 e a FIGURA 41 ilustram os importes totais de cada sistema de tarifação simulado.

TABELA 49 - Resultados das simulações realizadas

| Tarifação | Fatura medidor 200A (R$) | Fatura medidor 70A (R$) | Importe total (R$) |
|---|---|---|---|
| Filantrópica | 1.374,05 | 1.247,48 | 2.621,54 |
| B3 (Demais Classes) | 1.847,91 | 1.681,43 | 3.529,35 |
| Convencional A4 | | | 3.889,78 |
| HS Verde A4 | | | 3.775,42 |
| HS Azul A4 | | | 4.337,49 |

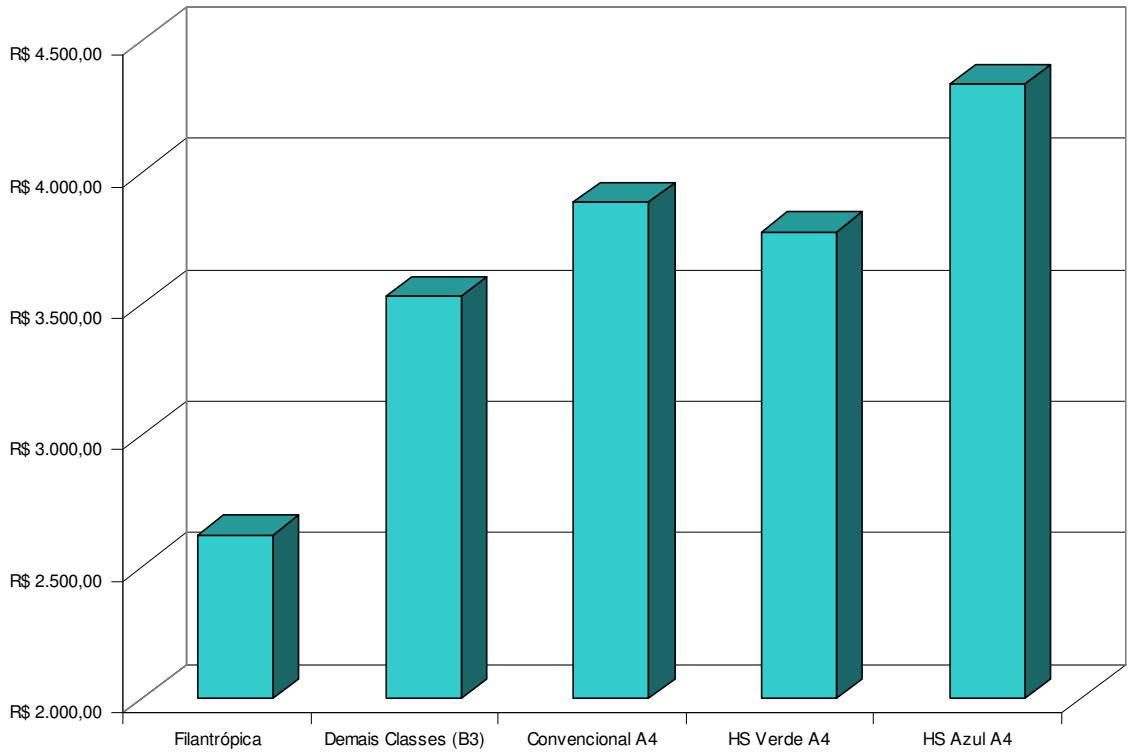



FIGURA 41 - Comparativo do importe mensal para as diferentes opções de fornecimento

Conclui-se que a tarifa para entidades filantrópicas é a mais adequada, pois o seu importe mensal é cerca de 25% menor se comparado com a segunda opção mais atrativa. A economia mensal da primeira alternativa em relação à segunda é de aproximadamente R$ 900,00, ou seja, cerca de R$ 10.800,00 ao ano.

Ao ter conhecimento do resultado obtido com as simulações, a equipe entrou em contato com a concessionária para receber as devidas orientações visando o enquadramento tarifário para a recepção do benefício às entidades filantrópicas. Com isso, a entidade passaria a ser faturada da forma mais eficiente possível.

As orientações e os documentos recebidos pela concessionária foram repassados para o responsável pela entidade. Assim, a regularização da documentação para que a APAE seja contemplada com essa economia mensal está

sendo realizado. A equipe está assessorando a entidade para que o enquadramento seja concretizado o mais breve possível.

É interessante comentar que caso a entidade possuísse interesse em implantar uma subestação e migrar para o sistema horo-sazonal de tarifação, o que não se mostrou uma alternativa viável para o momento, as cargas que funcionam nos horários de ponta, como as bombas de calor e os chuveiros elétricos, por exemplo, deveriam ser realocados para as demais horas do dia, visando a redução do consumo neste horário, período que a tarifação é mais cara.

## *3.4 REAVALIAÇÃO TARIFÁRIA*

A reavaliação tarifária considerou os decréscimos dos consumos e demandas proporcionados pelo potencial de conservação de energia apresentado na proposta de substituição do sistema de iluminação da entidade. O potencial de conservação foi distribuído proporcionalmente às duas entradas de serviço para as análises em baixa tensão. Nas simulações de alta tensão, os valores das demandas na ponta foram definidos de acordo com o fator de coincidência na ponta apresentado pelo sistema de iluminação.

As simulações para os diferentes sistemas de faturamento foram reavaliadas de forma análoga às anteriores, sendo oportuna somente a apresentação dos dados de entrada e resultados finais obtidos para cada simulação refeita.

Nas tabelas 50, 51, 52 e 53 são apresentados os dados de entrada para cada simulação que foi reavaliada.

TABELA 50 – Dados de entrada para reavaliação tarifária Subgrupo B3 - medidor 952745078

| Consumo (kWh) | Tarifa Atual B3 (R$) |
|---|---|
| 4.796 | 0,357196234 |

TABELA 51 – Dados de entrada para reavaliação tarifária Subgrupo B3 - medidor 882040558

| Consumo (kWh) | Tarifa Atual B3 (R$) |
|---|---|
| 4.361 | 0,357196234 |

TABELA 52 – Dados de entrada para reavaliação tarifária ent. filantrópicas – medidor 952745078

| | |
|---|---|
| N.º Assistidos: | 117 |
| N.º Contas: | 29 |
| Consumo total (kWh): | 4.796,021 |
| Consumo/conta (kWh): | 163,97 |

TABELA 53 – Dados de entrada para reavaliação tarifária ent. filantrópicas – medidor 882040558

| | |
|---|---|
| N.º Assistidos: | 107 |
| N.º Contas: | 27 |
| Consumo total (kWh): | 4.361,413 |
| Consumo/conta (kWh): | 163,04 |

TABELA 54 - Dados de entrada para reavaliação tarifária Convencional A4

| | |
|---|---|
| Consumo Total (kWh) | 9.157 |
| Demanda Medida (kW) | 36 |
| Demanda Contratada (kW) | 40 |

TABELA 55 - Dados de entrada para reavaliação tarifária Horo-Sazonal Verde A4

| | |
|---|---|
| Consumo Medido na Ponta (kWh) | 1.557 |
| Consumo Medido Fora de Ponta (kWh) | 7.601 |
| Demanda Medida (kW) | 36 |
| Demanda Contratada (kW) | 40 |

TABELA 56 - Dados de entrada para reavaliação tarifária Horo-Sazonal Azul A4

| | |
|---|---|
| Consumo Medido na Ponta (kWh) | 1.557 |
| Consumo Medido Fora de Ponta (kWh) | 7.601 |
| Demanda Medida na Ponta (kW) | 33 |
| Demanda Contratada na Ponta (kW) | 37 |
| Demanda Medida Fora de Ponta (kW) | 36 |
| Demanda Contratada Fora de Ponta (kW) | 40 |

Os resultados obtidos com as reavaliações são apresentados na TABELA 57 e na FIGURA 42.

TABELA 57 – Resultados obtidos paras reavaliações tarifárias

| Tarifação | Conta Medidor 200A (R$) | Conta medidor 70A (R$) | Importe total (R$) | Custo Médio (R$/kWh) |
|---|---|---|---|---|
| Filantrópica | 1.229,93 | 1.115,37 | 2.345,30 | 0,2561 |
| B3 (Demais classes) | 1.713,12 | 1.557,88 | 3.271,00 | 0,3572 |
| Convencional A4 | | | 3.333,49 | 0,3640 |
| HS Verde A4 | | | 3.401,05 | 0,3714 |
| HS Azul A4 | | | 3.831,51 | 0,4184 |

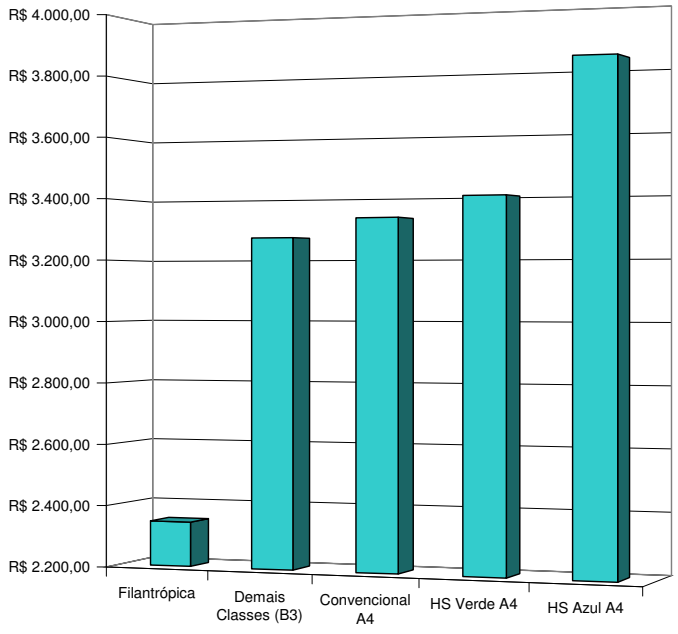



FIGURA 42 - Comparativo do importe mensal para as diferentes opções de fornecimento

Assim, conclui-se que após a substituição pelo sistema proposto para a iluminação do local, ainda assim as tarifas para entidades filantrópicas são as mais adequadas ao sistema. Seu importe mensal é cerca de 28% menor se comparado com a segunda opção mais atrativa. A economia mensal da primeira alternativa em relação à segunda é de aproximadamente R$ 1.000,00, ou seja, cerca de R$ 12.000,00 ao ano.

# CAPÍTULO 4 - CONCLUSÃO

## *4.1 COMENTÁRIOS FINAIS*

Neste trabalho primeiramente procurou-se abordar os aspectos da política energética nacional e os programas de eficiência energética divulgados no ano corrente. As principais cargas presentes em entidades filantrópicas foram estudadas e apresentaram-se instruções para a aplicação da eficiência energética nos equipamentos. Diversas metodologias para a realização de diagnósticos energéticos foram enumeradas.

Ao analisar o caso da APAE - Unidade Santa Felicidade a equipe obteve resultados satisfatórios, pois somente com a análise das faturas de energia elétrica foi possível a redução de aproximadamente R$ 10.800,00 anuais nas contas de energia. Isso porque, devido à falta de informações e conhecimento, a entidade não estava sendo faturada com as tarifas especiais para entidades filantrópicas.

A soma dos consumos medidos e estimados resultou em valores próximos aos das faturas de energia elétrica analisadas. Dos usos finais presentes na instalação, primeiramente optou-se pela escolha da eficientização dos sistemas de iluminação e refrigeração. Infelizmente, a avaliação da refrigeração não resultou em uma alternativa viável devido, principalmente, ao seu elevado índice de Relação Custo Benefício. Entretanto, o sistema de iluminação apresentou considerável potencial de conservação de energia. A análise dos dados coletados em campo para o sistema proposto no diagnóstico energético tornou possível a obtenção de um valor viável para a Relação Custo Benefício. Cargas como motores, televisores e computadores não foram avaliados devido ao curto período de tempo que permanecem em estado de funcionamento.

A entidade possui um projeto em andamento para a implantação de sistema à gás para o aquecimento de água, o que impossibilitou a análise da otimização do sistema de chuveiros elétricos.

A equipe não avaliou o sistema para o aquecimento da piscina, pois as bombas de calor ar-água apresentam um alto coeficiente de performance e foram instaladas a aproximadamente 2 anos, o que ainda lhes proporciona muitos anos de funcionamento. Além disso, mensalmente elas recebem procedimentos de limpeza e manutenção preventiva.

Apesar das dificuldades e do curto espaço de tempo disponibilizado, a equipe conseguiu adequar o seu estudo nos padrões do Edital da Chamada Pública da COPEL, ciclo 2007/2008, do Programa de Eficiência Energética da Companhia. Para que esse projeto possa ser encaminhado a COPEL e depois a ANEEL, é necessário que haja um responsável para a assinatura e acompanhamento da execução do mesmo.

## *4.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS*

Assim como a entidade analisada apresentou considerável potencial de economia tanto com a substituição de equipamentos quanto com a alteração do sistema de faturamento, é interessante que outros trabalhos contemplem os demais estereótipos de entidades beneficentes, como creches e asilos, por exemplo.

É necessário lembrar que a nova grade do curso de Engenharia Industrial Elétrica – Ênfase em Eletrotécnica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná contempla a disciplina intitulada “Atividades Complementares”. Nada impede que os estudantes matriculados nesta cadeira realizem palestras não somente em entidades filantrópicas como também em outros estabelecimentos, tendo como principal objetivo a divulgação sobre o uso adequado e eficiente da energia elétrica aos usuários e colaboradores desses locais. Essas e outras ações tornam possível a melhoria da eficiência energética no país.

# REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5413 – Iluminação de interiores, de 01 de abril de 1992.** [Brasil], [1992]. Disponível em: <http://www.abnt.org.br/>. Acesso em: 21 mai. 2007.

ABRAGE – Associação Brasileira das Empresas Geradoras de Energia Elétrica. **Últimas Notícias.** Belo Horizonte, [s.d]. Disponível em: < http://www.abrage.com.br/>. Acesso em: 23 out. 2007.

ALVAREZ, André Luiz Montero. **Eficiência Energética em Sistemas Iluminação.** São Paulo: GEPEA, 2000. Apostila.

ALVAREZ, André Luiz Montero. **Uso Racional e Eficiente de Energia Elétrica: Metodologia para Determinação dos Potenciais de Conservação dos Usos Finais em Instalações de Ensino e Similares**. São Paulo, 1998. Dissertação de mestrado da USP.

Ambiente Brasil. **Dicas da COPEL - PR.** [s.l], 2000. Disponível em: <http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./energia/index.html& conteudo=./energia/artigos/copel/desperdicio.html > Acesso em: 10 out. 2007.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. **A Agência.** [Brasil], [s.d.]a. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/area.cfm?id_area=2>. Acesso em: 20 mai. 2007.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. **Eficiência Energética.** [Brasil], [s.d.]b. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/area.cfm?id_area=27>. Acesso em: 20 mai. 2007.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução 334, de 2 de dezembro de 1999**. [Brasil], 1999. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/>. Acesso em: 20 mai. 2007.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. **Lei n.º 9.991 de 24 de julho de 2000**. [Brasil], 2000 a. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/>. Acesso em: 20 mai. 2007.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução 456, de 29 de novembro de 2000.** [Brasil], 2000 b. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/>. Acesso em: 20 mai. 2007.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução 394, de 17 de setembro de 2001**. [Brasil], 2001. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/>. Acesso em: 20 mai. 2007.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. **Lei n.º 10.438 de 26 de abril de 2002**. [Brasil], 2002 a. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/>. Acesso em: 20 mai. 2007.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução 492, de 3 de setembro de 2002**. [Brasil], 2002 b. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/>. Acesso em: 20 mai. 2007.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Manual para Elaboração do Programa de Eficiência Energética – Ciclo 2005/2006**. [Brasil], 2005 a. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/area.cfm?id_area=27>. Acesso em: 05 mar. 2007.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução 176, de 28 de novembro de 2005**. [Brasil], 2005 b. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/>. Acesso em: 20 mai. 2007.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. **Lei n.º 11.465 de 28 de março de 2007**. [Brasil], 2007. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/>. Acesso em: 20 mai. 2007.

APAE – Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais. **APAE de Curitiba.** Curitiba, 2003. Disponível em <http://www.curitiba.apaepr.org.br>. Acesso em: 01 mar. 2007.

APAE Brasil – Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais. **Federação Nacional das APAEs.** Brasil, [s.d.]. Disponível em: <http://www.apaebrasil.org.br/>. Acesso em: 06 mar. 2007.

A 30 Graus – Aquecedor Solar de Piscinas. Campinas, [s.d.]. Disponível em: <http://www.sigmanet.com.br/users/30graus/trocador.htm>. Acesso em: 22 mai. 07.

BAPTISTA, Alessandra Sleman Cardoso. **Análise da Viabilidade Econômica da Utilização de Aquecedores Solares de Água em *Resorts* no Nordeste do Brasil.** [Rio de Janeiro], 2006. Dissertação de mestrado da UERJ.

Canal Energia. **Manchete Canal Energia.** [s.l.], 2000. Disponível em: <http://www. canalenergia.com.br>. Acesso em: 23 mai. 2007.

CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais. **Dicas de Eficiência Energética.** Minas Gerais, 2002. Disponível em: < http://www.cemig.com.br/dicas/dicas_ economia.asp> Acesso em: 10 out. 2007.

CNI – Confederação Nacional da Indústria. **Um ano após a crise.** Rio de Janeiro: Sondagem Industrial, 2002. Disponível em: <http://www.cni.org.br/f-ps-pes-racionenergia.htm>. Acesso em: 19 mai. 2007.

CONPET - Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural. [Brasil], [s.d.]. Disponível em: <http://www.conpet.gov.br/home_ conpet.php?segmento=conpet>. Acesso em: 19 mai. 2007.

COPEL – Companhia Paranaense de Energia. **Carta Ofício SGD/661-1989.** Paraná, 1989.

COPEL – Companhia Paranaense de Energia. **Atendimento a clientes.** Paraná, [s.d.]a. Disponível em: <atendimento@copel.com> Contato em: 9 mai. 2007.

COPEL – Companhia Paranaense de Energia. **Edital da Chamada Pública 001/2007.** Paraná, [s.d.]b. Disponível em: < http://www.copel.com/sitearquivos.nsf/ arquivos/edital_chamada_publica_0012007/$FILE/Edital_Chamada_Publica_001_ 2007.pdf> Acesso em: 20 out. 2007.

COPEL – Companhia Paranaense de Energia. **Dicas de Eficiência Energética.** Paraná, [s.d.]c. Disponível em: < http://www.copel.com/pagcopel.nsf/docs/ 2A3957FC1F4F81BB032571A10062C8EE?OpenDocument> Acesso em: 10 out. 2007.

ELETROBRÁS. **PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica.** [Brasil], 2003 a. Disponível em: <http://www.eletrobras.com/elb/procel/main. asp?ViewID={974CF275-82FE-4483-8551-855F9A98A370}>. Acesso em: 06 mai. 2007.

ELETROBRÁS. **PROCEL – Dicas de Eficiência Energética.** [Brasil], 2003 b. Disponível em: <http://www.eletrobras.com/elb/procel/main.asp?TeamID={6751E537-0EC0-4B83-BE03-82831A153042}>. Acesso em: 10 out. 2007.

ELETROS – Associação Nacional de Fabricantes de Produtos Eletroeletrônicos. **Indústria Eletroeletrônica de Consumo está adequada à nova lei de Eficiência**

**Energética.** [Brasil], 2007. Disponível em: <http://www.eletros.org.br/_press_ release.htm>. Acesso em: 19 mai. 2007.

FAZFACIL – Sistemas de Aquecimento à Gas [Brasil], 2000. Disponível em: < http://www.fazfacil.com.br/AquecedorGas2.htm >. Acesso em: 1 set. 2007.

FIEP – Federação das Indústrias do Estado do Paraná. **Cenários Energéticos 2020.** Curitiba: SENAI/IEL/PR, 2006.

FILIPINI, Fábio Antonio. **Diagnóstico Energético e Alternativas de Energia.** Cap. 2. CEEEI: Curitiba, 2005. Apostila.

Iguaçu Comercializadora. **Mercado Livre.** São Paulo, [s.d.]. Disponível em: <http://www.icomercializadora.com.br/mercado_livre/mercado_livre.htm>. Acesso em: 31 mai. 2007.

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. **Presidente Lula Visita o Inmetro.** Duque de Caxias, RJ: Inmetro Informações, 2006. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/infotec/publicacoes/boletins /info8961.pdf>. Acesso em: 19 mai. 2007.

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. **PBE - Programa Brasileiro de Etiquetagem.** [Brasil], [s.d.]. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe.asp>. Acesso em: 19 mai. 2007.

KV – KV Instalação. **Consumo de energia.** Teresina, 2007. Disponível em: <http://www.kv.com.br/KV_dicas.htm > Acesso em: 10 out. 2007.

LIGHT Serviços de Eletricidade. [Rio de Janeiro], 2006. Disponível em: <http://www.lightempresas.com.br/web/atendimento/dicas_economia/tedicas. asp?mid=8687942772287229#>. Acesso em: 20 mai. 2007.

MIGUEL, Marcelo. **Modelos de Gestão em Auditoria Energética para Usinas Hidrelétricas: Estudo de Caso na Itaipu.** Florianópolis, 2003. Dissertação de Mestrado da UFSC.

MME – Ministério de Minas e Energia. **PDEE – Plano Decenal de Energia Elétrica 2006/2015.** Cap. 2. [Brasil], [s.d.]a. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/site/menu/select_main_menu_item.do?channelId=8684>. Acesso em: 19 mai. 2007.

MME – Ministério de Minas e Energia. **PROINFA – Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica.** [Brasil], [s.d.]b. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/programs_display.do?prg=5>. Acesso em: 19 mai. 2007.

MME – Ministério de Minas e Energia. **BEN 2006 – Balanço Energético Nacional.** [Brasil], [s.d.]c. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/site/menu/select_main_menu_item.do?channelId=1432&pageId=7523>. Acesso em: 19 mai. 2007.

MME – Ministério de Minas e Energia. **PDN 2030 – Plano Nacional de Energia 2030.** [Brasil], [s.d.]d. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/site/menu/select_main_menu_item.do?channelId=8213>. Acesso em: 19 mai. 2007.

MME – Ministério de Minas e Energia. **Nota Técnica sobre o estabelecimento dos níveis máximos de consumo para refrigeradores e congeladores.** [Brasil], [s.d.]e. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/frontSide/site/view.do?viewPublicationId=9306&viewPublicationTypeId=9&queryUrl=http%3A%2F%2Fwww.mme.gov.br%2Fsite%2Fsearch.do%3Fquery%3Drefrigera%25E7%25E3o>. Acesso em: 19 mai. 2007.

PRATES, Eufrásio. **Conceitos de Endomarketing.** [s.l.], 2000. Disponível em: <http://www.geocities.com/Eureka/8979/concendo.doc>. Acesso em: 31 mai. 2007.

PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. **Guia técnico – Gestão Energética**. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2005.

REIS, Lineu Bélico dos Reis; FADIGAS, Eliane A. Amaral; CARVALHO, Cláudio Elias. **Energia, recursos naturais e a prática do desenvolvimento sustentável.** 1. ed. Barueri, SP, Manole: 2005.

Revista Filantropia. **Perguntas Terceiro Setor.** [s.l.], 2002. Disponível em: <http://www.revistafilantropia.com.br/revista/>. Acesso em: 06 mai. 2007.

RODRIGUES, Délcio; MATAJS, Roberto. **Um Banho de Sol para o Brasil - O que os Aquecedores Solares podem fazer pelo Meio Ambiente e a Sociedade.** São Lourenço da Serra, S.P: Vitae Civilis, 2005.

Revista Santa Casa. **Dicas de Eficiência Energética.** Porto Alegre, 2004. Disponível em: < http://www.santacasa.org.br/revista/vermateria.asp?rev=17&mat=241&p=1>. Acesso em: 10 out. 2007.

SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Guarulhos. **Dicas de Economia.** Guarulhos, [s.d.]. Disponível em: < http://www.saaeguarulhos.sp.gov.br> Acesso em: 10 out. 2007.

SANTOS, Afonso Henriques Moreira et alii. **Conservação de Energia – Eficiência Energética de Instalações e Equipamentos**. 2. ed. Itajubá: Editora da EFEI, 2001.

SOLETROL – Aquecedores Solares de Água. **Manual Técnico.** São Paulo, [s.d.].

SOLETROL – Aquecedores Solares de Água. **Treinamento Técnico em Aquecimento Solar de Água.** São Paulo, 2004.

SOLETROL – Aquecedores Solares de Água. [São Paulo], 2007. Disponível em: <http://www.soletrol.com.br/educacional/comofunciona.php>. Acesso em: 20 mai. 2007.

TOLEDO, Luiz Marcio Arnault de. **Arquitetura e Eficiência Energética.** São Paulo: GEPEA, 2000. Apostila.

Tribunal Regional do Trabalho 15ª Região – Campinas/SP. **Edital do Pregão Eletrônico N.º 24/2006.** Campinas, 2006. Disponível em:< http://www.trt15.gov.br/administrativo/licitacoes/arqpr/Pregao24-06-e.pdf > Acesso em: 3 out. 2007.

UFPE – Universidade Federal de Pernambuco. **Atlas Solarimétrico do Brasil.** Recife: Banco de Dados Terrestres, 2000.

USP – Universidade de São Paulo. **Refrigeração.** São Paulo: CEPA, 2005. Disponível em: <http://www.cepa.if.usp.br/energia/energia1999/Grupo2B/Refrigeracao/geladeira.htm> Acesso em: 20 mai. 2007.

WEG – Indústrias S.A. **Manual Motores Elétricos.** [Brasil], 2006. Disponível em: < http://www.weg.com.br/asp/system/empty.asp?P=134&VID=default&SID=338008859480306&S=1&A=closeall&C=30218 > Acesso em: 3 set. 2007.

WWF – Brasil. **Soluções Climáticas: a Visão do WWF para 2050**. [Brasil], 2006. Disponível em: <http://assets.wwf.org.br/downloads/solucoes_climaticas_visao_wwf_2050_1.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2007.

# GLOSSÁRIO

**Autoprodutor de energia elétrica** – pessoa física, jurídica ou empresas reunidas em consórcio que tenham a concessão ou a autorização para a produção de energia elétrica destinada ao seu uso exclusivo.

**Concessionária** – agente titular de concessão federal que presta serviço público de distribuição, transmissão ou geração de energia elétrica.

**Consumidor cativo** – pessoa física ou jurídica, legalmente representada, que solicitar à concessionária o fornecimento de energia elétrica e assumir a responsabilidade pelo pagamento das faturas e pelas obrigações estabelecidas da ANEEL, o vínculo é concedido pelo contrato de fornecimento.

**Consumidor livre** – consumidor que tem a opção de compra de energia elétrica de um outro fornecedor, que não seja a concessionária local, visando atender parte ou totalmente sua demanda, obedecendo critérios de preços e qualidade.

**Demanda** – é a média das potências ativas e reativas durante um determinado período.

**Diagnóstico energético** – é um procedimento adotado para controlar e avaliar o uso da energia elétrica a fim de tornar o sistema analisado eficiente.

**Entidades filantrópicas** – são entidades sem fins lucrativos que devem realizar, durante três anos ou mais, atividades que beneficiem os necessitados, sem remuneração dos dirigentes e divisão dos lucros.

**Pequenas centrais hidrelétricas** – São empreendimentos hidrelétricos com potência superior a 1.000 kW e igual ou inferior a 30.000 kW, com reservatórios de área igual ou inferior a 3 km².

**Permissionária** – agente de permissão federal que presta serviço público de distribuição de energia elétrica.

**Potência elétrica** – É a quantidade de energia que cada equipamento pode consumir por unidade de tempo. Geralmente é medida em kW.

**Potência instalada** – Soma das potências nominais de equipamentos elétricos instalados de mesma classe e em condições de entrar em funcionamento.

**Racionamento** – redução compulsória do fornecimento de energia elétrica para os consumidores finais, decretada pelo poder concedente.

**Recomposição tarifária extraordinária** – aumento tarifário temporário concedido às concessionárias que foram prejudicadas devido ao racionamento ocorrido em 2001.

**Recursos renováveis** – recursos para a geração de energia elétrica cuja velocidade de reposição pela natureza é maior que a sua utilização.

**Tarifa** – preço unitário da energia elétrica e / ou da demanda de potência ativa.

**Tarifa binômia** – é o conjunto de tarifas de fornecimento aplicáveis ao consumo de energia elétrica ativa e à demanda faturável.

# APÊNDICE A: MANUAL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

# *MANUAL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA*

**O que é utilizar a energia de modo eficiente?**

Fazer uso eficiente da energia elétrica significa combater desperdícios sem diminuir o conforto e a qualidade de vida.

**Quais os benefícios do uso eficiente da energia elétrica?**

- Redução significativa da conta de energia.
- Ajuda na preservação de recursos naturais do planeta.
- Previne problemas de abastecimento.

**Como utilizar a energia eficientemente?**

1. Utilizar equipamentos eficientes → optar por equipamentos que possuem o selo PROCEL/INMETRO e que consomem menos energia.
2. Projetos inteligentes → em reformas ou projetos, criar soluções de modo a reduzir o consumo de energia da melhor maneira possível.
3. Hábitos inteligentes → ações simples e mudanças de hábito dos consumidores resultam facilmente em um uso racional da energia.

A seguir encontram-se alguns cuidados para combater o desperdício de energia.

## ***Dicas Gerais***

- Procure utilizar os aparelhos elétricos fora do horário de ponta (das 18h às 21h).
- Desligue a chave-geral quando for viajar.
- Evite o uso de benjamins, pois causam perda de energia elétrica.
- Em instalações novas ou reformas, consulte um técnico especializado e utilize fios de bitola adequada.
- Evite emendas mal feitas ou com bitolas diferentes, pois elas desperdiçam energia.

# *Dicas Específicas*

## *ILUMINAÇÃO*

- Aproveite ao máximo a iluminação natural, deixando a luz solar iluminar sua casa.
- Desligue sempre as lâmpadas de dependências desocupadas.
- Conserve sempre limpas as janelas, lâmpadas, luminárias e lustres.
- Pinte as paredes internas e o teto de cores claras, pois assim a luz será melhor refletida e diminuirá a necessidade de iluminação artificial.
- Dê preferência a lâmpadas fluorescentes que possuam o selo PROCEL/INMETRO, que duram mais e gastam menos energia.

## *CHUVEIRO ELÉTRICO*

- Nos dias mais quentes, utilize o chuveiro com a chave na posição "verão", pois assim o consumo é reduzido em até 30%.
- Banhos demorados custam muito caro, portanto deixe o chuveiro ligado apenas o tempo necessário para o banho e feche a torneira para se ensaboar.
- Os orifícios de saída da água do chuveiro devem ser limpos periodicamente.
- Não reaproveite a resistência queimada do chuveiro, pois é perigoso, além de aumentar o consumo de energia.
- Nunca reaproveite uma resistência queimada. Isso provoca o aumento do consumo e coloca em risco a sua segurança.
- O chuveiro elétrico é um dos aparelhos que mais consome energia, dessa maneira deve-se evitar o seu uso durante o horário de ponta das 18h às 21h (19h às 22h no horário de verão).

## *TELEVISÃO*

- Evite o hábito de dormir com o televisor ligado.
- Não deixe o televisor ligado sem necessidade.
- Desligar o televisor no botão e não apenas no controle, pois ele continua consumindo energia no *standy-by*.
- Opte por aparelhos mais modernos e que consumam menos energia.

***GELADEIRA e FREEZER***

- Não utilize a parte traseira da geladeira/*freezer* para secar roupas.
- Limpe e degele a geladeira periodicamente.
- Não coloque alimentos ainda quentes ou recipientes com líquidos destampados na geladeira/*freezer* para evitar maiores esforços do motor.
- Procure abrir a porta o menor número de vezes possível, guardando ou retirando alimentos da geladeira/*freezer* de uma só vez. Dessa maneira, evitam-se entradas desnecessárias de calor.
- Organize os alimentos de tal maneira que se perca menos tempo para encontrá-los.
- Facilite a circulação de ar dentro da geladeira/*freezer*. Para isso, não forre as prateleiras e deixe espaço entre os alimentos.
- Manter as borrachas de vedação da porta sempre em bom estado para evitar a fuga de ar frio. Uma maneira fácil de verificar é colocar uma folha de papel entre a borracha e a porta. Caso a folha fique solta, significa que a porta não está fechada corretamente.
- A geladeira/*freezer* deve estar desencostada de paredes e móveis distante cerca de 20 cm, deve ser instalada em local bem ventilado e protegida dos raios solares e fontes de calor, como fogões.
- Regule o termostato conforme o manual de instruções do fabricante.
- Antes de comprar um aparelho, verifique o consumo médio mensal especificado pelo fabricante e opte por geladeiras/*freezers* que possuam o selo PROCEL/INMETRO.
- Quando permanecer longo período fora de casa, esvazie a geladeira/*freezer* e desligue da tomada.
- No caso de balcões frigoríficos, cubra-os para durante a noite para conservar melhor.

***FERRO ELÉTRICO***

- Acumule uma boa quantidade de peças para ligar o ferro o mínimo de vezes.
- Comece a passar a roupa sempre pelos tecidos que exigem temperaturas mais baixas. Ferros automáticos têm indicadores de temperatura para cada tecido.
- Nunca esqueça o ferro ligado e sempre que precisar interromper o serviço desligue-o para evitar acidentes e também economizar energia.
- Evite utilizar o ferro elétrico durante o horário de ponta das 18h às 21h (19h às 22h no horário de verão) e também quando houver muitos aparelhos já ligados.

- Comece passando primeiro as roupas mais delicadas que exigem menos calor. No fim, desligue o ferro elétrico um pouco antes de terminar de passar a roupa aproveitando o calor para algumas roupas leves.

***MÁQUINA DE LAVAR ROUPAS***

- Ligue a máquina somente com a capacidade máxima de roupas indicada pelo fabricante, poupando água e energia.
- Mantenha o filtro da máquina sempre limpo.
- Use a dose correta de sabão sugerida pelo fabricante para evitar reenxágues.

***MICROONDAS***

- Descongele os alimentos naturalmente sempre que possível e houver tempo.
- Se for o caso, use suporte apropriado para aquecer dois pratos ao mesmo tempo.
- Conserve o interior do microondas sempre limpo de restos de alimentos.

***COMPUTADOR***

- Desligue os equipamentos periféricos do computador (impressora, caixas de som, etc.) quando não estão sendo utilizados.
- O monitor corresponde a 85% do consumo total do computador. Portanto, configure seu computador de maneira que ele hiberne automaticamente após um tempo sem ser utilizado.
- Evite imprimir em excesso. Além de poupar papel, economiza energia elétrica.

***AR CONDICIONADO***

- Dê preferência aos aparelhos que possuem o selo PROCEL/INMETRO.
- Dimensione adequadamente o aparelho para o tamanho do ambiente.
- Regule o termostato para manter uma temperatura que proporcione conforto.
- Desligue o aparelho quando se ausentar do ambiente por um longo tempo.
- Proteja o aparelho dos raios solares usando cortinas e persianas.
- Não bloqueie as grades de ventilação.
- Mantenha fechadas as portas e janelas para evitar a entrada de ar do ambiente externo.
- Limpe freqüentemente os filtros do aparelho, pois a sujeira impede a circulação de ar e assim o aparelho trabalha mais.
- Opte por lâmpadas fluorescentes em ambientes climatizados.

***BOMBEAMENTO DE ÁGUA***

- Verifique a existência de vazamentos de água.
- Mantenha os filtros limpos.
- Com a ajuda de um técnico, verifique se a bomba está dimensionada adequadamente.
- Certifique-se do funcionamento da bóia e utilize o modo automático para ligar/desligar as bombas.
- Procure não ligar a bomba de água durante o horário de pico (das 18 às 21h).

***INSTALAÇÕES ELÉTRICAS***

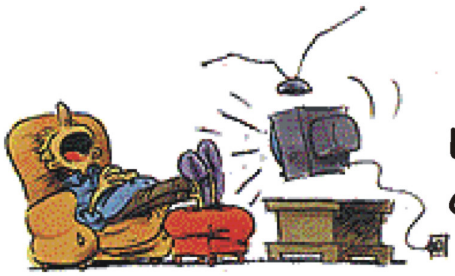
- Os circuitos de distribuição não devem estar sobrecarregados. Normalmente, condutor sobreaquecido significa uma sobrecarga. Redistribua a carga para outros circuitos ou então substitua o condutor por outro de maior bitola.
- Refaça as emendas e conexões mal feitas, pois elas geram aquecimento e um maior consumo.

***MOTORES***

- Não utilize motores superdimensionados. Eles devem operar trabalhar entre 60 e 90% da potência nominal.
- Quando os motores não estiverem em operação, desligue-os quando possível.
- Certifique-se que os motores estão operando adequadamente conforme as suas características.
- Estudar a possibilidade de instalar os motores em lugares mais ventilados e protegidos.
- Opte por motores de alto rendimento e que possuam o selo PROCEL/INMETRO.

# APÊNDICE B: INFORMATIVO “COMO ECONOMIZAR ENERGIA ELÉTRICA?”

# COMO ECONOMIZAR ENERGIA ELÉTRICA?



Evite o hábito de dormir com a televisão ligada.

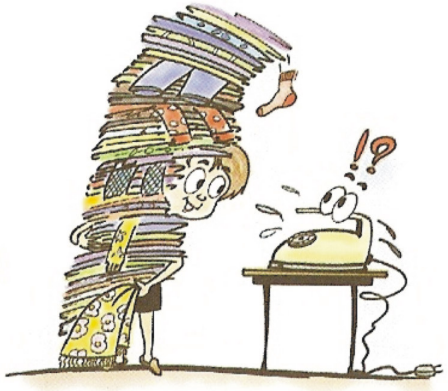
Prefira lâmpadas fluorescentes, pois iluminam melhor, duram mais e gastam menos energia.

Use a máquina somente com a capacidade máxima de roupas, ecomizando água e energia.

Não seque roupas atrás da geladeira.

Feche a torneira para se ensaboar. Assim você economiza água e energia.

Aproveite ao máximo a iluminação natural, deixando a luz solar entrar na sua casa.



Acumule uma boa quantidade de roupas para ligar o ferro o mínimo de vezes.

# APÊNDICE C: PROJETO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

# PROJETO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

# APAE – Unidade Santa Felicidade

**Tipo: Comércio / Serviços**

**Nome: APAE – Unidade Santa Felicidade**

Responsável:_____

Tel.:_____e-mail:_____

## *1. OBJETIVOS*

Baseado na Lei 11.465 de 28 de março de 2007, o projeto destina-se a habilitar a APAE - Unidade Santa Felicidade a participar do Programa de Eficiência Energética da COPEL, de modo a contribuir para a melhoria da eficiência energética no sistema de iluminação, considerando a substituição de lâmpadas, luminárias e reatores.

### 1.1 Objetivo Principal

O projeto visa a redução de recursos com despesas em energia elétrica e manutenção de equipamentos, conforme prevê a lei 11.465/07, tendo como paradigma a satisfação plena das necessidades dos usuários.

### 1.2 Objetivos Secundários

Justifica-se também este trabalho por meio de outros fatores como:

- o fortalecimento do combate ao desperdício de energia por toda a unidade por meio de campanhas internas (*endomarketing*);

- a possibilidade de contribuir com a difusão de uma cultura que leva em consideração a eficiência energética, a conservação de energia, o desenvolvimento sustentável e os recursos naturais.

## *2. DESCRIÇÃO E DETALHAMENTO*

### 2.1 Identificação da unidade consumidora

Tabela 1 - Identificação da unidade

| Unidade Consumidora | CNPJ | Nº do cliente na COPEL | Tarifa | Subgrupo | Tensão de Alimentação |
|---|---|---|---|---|---|
| APAE - Unidade Santa Felicidade | 76.579.630/0001-24 | MD1 - 325.674-0<br>MD2 - 3.311.185-5 | Convencional | B3 - Demais Classes | 127 / 200 V |

### 2.2 Avaliação preliminar (pré-diagnóstico energético)

O projeto aqui apresentado faz parte do trabalho final de curso intitulado “Diagnóstico Energético de Entidades Filantrópicas – Caso: APAE - Unidade Santa Felicidade - Curitiba/PR”. O pré-diagnóstico energético, exigido no edital 001/2007 da chamada pública, encontra-se no apêndice A deste projeto e tem como base direta as análises descritas no diagnóstico energético citado acima.

### 2.3 A unidade

A unidade em estudo está situada na rua Orlando Peruci, nº 1.472, no bairro de Santa Felicidade em Curitiba/PR, CEP 82400-300, e está inscrita sob o CNPJ

76.579.630/0001-24. É composta por 224 alunos e 144 funcionários e é dirigida pelo sr. Waldinei Wzorek.

O horário de funcionamento das escolas é de segunda à sexta-feira, das 08h às 17h, com o horário de almoço e lanche da tarde compreendidos entre 12h e 13h30min, 15h45min e 16h15min, respectivamente.

A unidade possui as escolas CITA, Vivenda e Henriette Morineaux, as quais atendem alunos a partir dos 15 anos de idade com deficiência mental severa, moderada e leve. Existe ainda a Colméia, uma casa onde são realizadas atividades de fisioterapia com os alunos, durante duas manhãs da semana.

Dentro da unidade existem oito casas lares que funcionam permanentemente. Essas casas são moradias para os alunos advindos de situação de risco social, abandono ou órfãos e cada casa é assistida por uma mãe social.

Em alguns finais de semana do ano, a APAE promove eventos abertos ao público, como churrascos e festas comemorativas, o principal objetivo dos eventos é o aumento da renda mensal e da arrecadação de diversos tipos de doações.

Atualmente, a entidade possui duas entradas para medição e faturamento da energia elétrica fornecida pela COPEL Distribuição: 325.674-0 (medidor 882040558) e 3.311.185-5 (medidor 952745078). Segundo o sr. Edson, supervisor da manutenção, a entrada 325.674-0 é responsável pelo atendimento da piscina, do depósito 1 e do abastecimento. As demais cargas da unidade são supridas pela outra entrada de fornecimento. As tensões de alimentação da entidade são 127/220 V.

A figura 1 ilustra a unidade da APAE de Santa Felicidade.

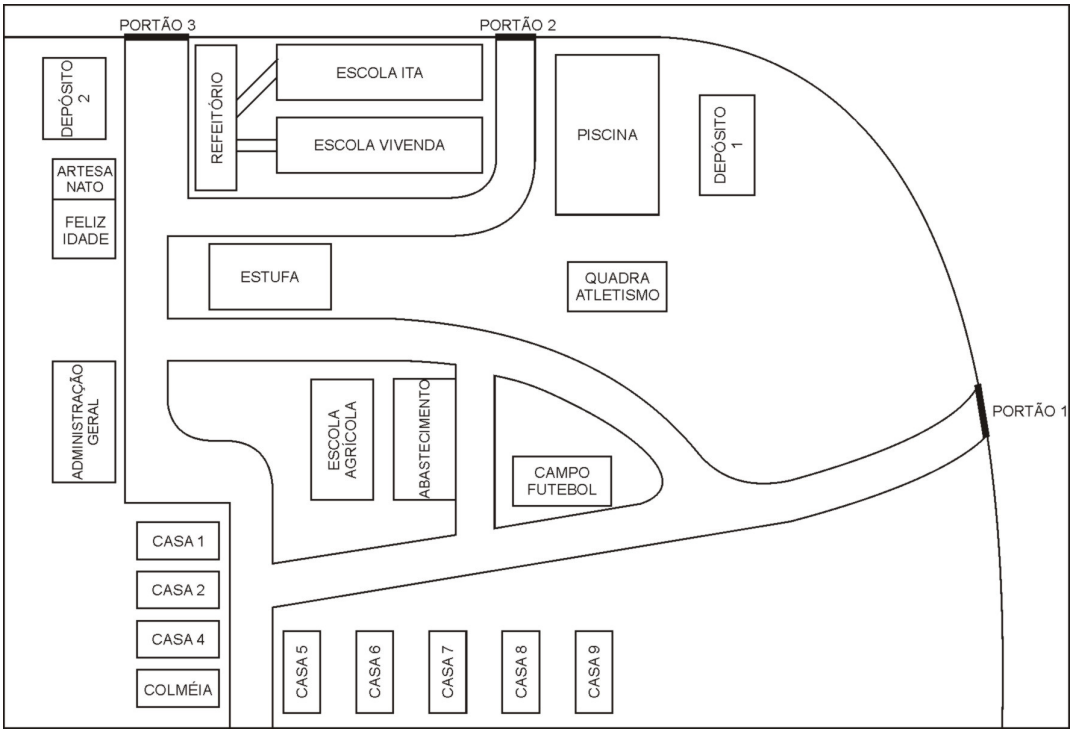



Figura 1 - Planta da APAE

## 2.4 O projeto

De acordo com o diagnóstico energético, primeiramente, identificaram-se os usos finais da entidade que apresentam potencial de conservação de energia: bombas de calor, refrigeração, iluminação e chuveiro elétrico.

Na tabela 2 encontram-se as cargas existentes separadas por uso final.

Tabela 2 – Cargas por uso final

| EQUIPAMENTO / CARGA | CONSUMO MENSAL (Wh) |
|---|---|
| Bombas de calor | 2.889,42 |
| Refrigeração | 2.389,60 |
| Outras cargas | 2.002,69 |
| Iluminação | 1.435,60 |
| Chuveiro | 1.234,63 |
| **TOTAL** | **9.951,94** |

A figura 2 mostra o consumo das cargas instaladas separadas por uso final.

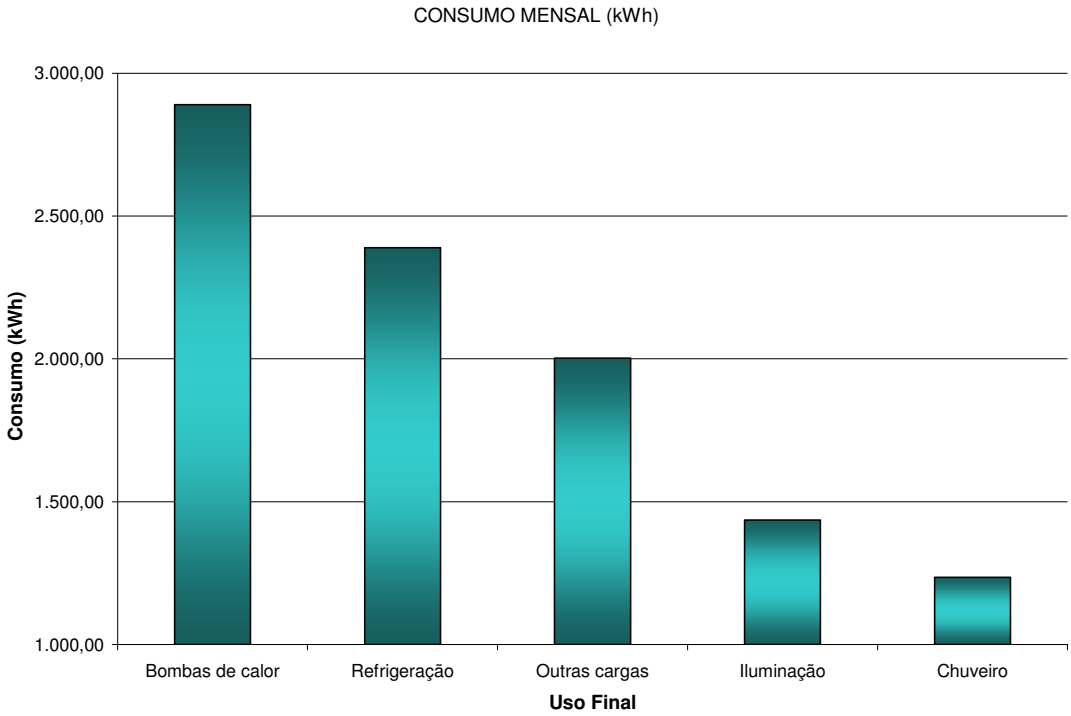



Figura 2 – Gráfico do consumo por uso final

Na entidade existem duas bombas de calor do tipo ar-água que são utilizadas no aquecimento da piscina. Embora as bombas de calor representem a maior carga, não foram propostas mudanças para as mesmas nem para o sistema de aquecimento, já que as bombas haviam sido substituídas há cerca de dois anos atrás e segundo o fabricante Eco Energy Heat Pumps, o modelo n.º 5115 3B apresenta um alto COP (coeficiente de performance), o que significa um bom índice de eficiência energética. Preocupou-se apenas em instruir o supervisor da manutenção sobre a limpeza e manutenção para conservar o seu bom funcionamento.

Os refrigeradores encontrados na entidade não possuem selo PROCEL. A maioria deles são refrigeradores antigos, enferrujados e com alto consumo de energia

elétrica. Alguns refrigeradores estão estragados ou apresentam deficiência no funcionamento. Os refrigeradores e congeladores de grande porte são subutilizados apresentando apenas metade, aproximadamente, da sua capacidade ocupada. Devido a este quadro, foi estudada a substituição destes equipamentos por outros que possuem o selo PROCEL, mais compactos, eficientes e econômicos, levando em consideração a capacidade em litros de cada refrigerador e o consumo mensal de energia elétrica, o que resultaria em um menor consumo mensal de energia elétrica. Porém este estudo resultou em uma RCB acima de 0,80, assim a refrigeração foi descartada deste projeto.

Na entidade percebeu-se um uso, ainda intenso, de lâmpadas incandescentes e fluorescentes convencionais, reatores eletromagnéticos e luminárias sem acessórios.

Segundo usuários da APAE, freqüentemente se encontram lâmpadas incandescentes queimadas. Dessa maneira, devido à sua baixa vida útil essas lâmpadas geram gastos freqüentes com manutenção, além de possuir um consumo alto de energia elétrica e baixa eficiência energética se comparadas com outras alternativas, como as lâmpadas fluorescentes compactas, por exemplo.

As lâmpadas fluorescentes instaladas na entidade são convencionais e têm diâmetro T12 (3,8 cm). Se acompanhada a evolução das lâmpadas fluorescentes, observa-se uma melhoria na qualidade da luz com o passar dos anos. Isso se deu devido à redução do seu diâmetro, que possibilita o desenvolvimento de luminárias mais compactas e eficientes, e à tecnologia de revestimento do pó trifósforo substituindo o pó fluorescente comum, o que garante maior eficiência e melhor reprodução de cores. Dessa maneira, as lâmpadas fluorescentes com pó trifósforo e diâmetro T8 (2,5 cm) são mais eficientes se comparadas às lâmpadas atualmente instaladas na entidade.

Foram encontrados apenas reatores eletromagnéticos duplos no sistema de iluminação, sendo que os reatores eletrônicos possuem inúmeras vantagens se comparados com os eletromagnéticos: são mais leves e compactos; têm baixa perda de potência, consumindo menos energia; aumentam a vida útil da lâmpada; fornecem

corrente e tensão à lâmpada em alta freqüência, não emitindo ruídos audíveis para o ser humano; possui um alto fator de potência; possuem proteção contra o final de vida útil da lâmpada; apresentam custos de instalação reduzidos.

As luminárias instaladas são luminárias duplas, antigas e não apresentam refletores. Os refletores influenciam na eficiência da luminária, pois proporcionam melhor aproveitamento do fluxo luminoso.

Frente a este quadro, propõe-se a substituição destes equipamentos (luminárias, reatores e lâmpadas) por outros mais eficientes e econômicos.

## 2.5 Implementação de medidas de eficiência energética

O levantamento de dados na unidade permitiu a verificação de vários casos de desperdício de energia elétrica, os quais podem ser atribuídos ao estado de obsolescência de significativas partes das instalações elétricas.

Tal situação é devido ao uso, ainda intenso, de:

- lâmpadas incandescentes;
- lâmpadas fluorescentes convencionais;
- reatores eletromagnéticos;
- luminárias antigas.

O atual quadro da unidade apresenta custos desnecessários para a administração não somente devido à baixa vida útil desses equipamentos, que obriga a freqüentes gastos com manutenção, como também ao seu alto consumo e baixa eficiência energética se comparados com outras alternativas.

A implementação de medidas de eficiência energética será realizada pela substituição do sistema de iluminação atual. As ações de eficientização energética propostas neste projeto estão apresentadas na tabela 3.

TABELA 3 – Substituições propostas

| | Situação Atual | Situação Proposta |
|---|---|---|
| Iluminação | Lâmpada Incandescente 60 W | Lâmpada Fluorescente Compacta Eletrônica 15 W |
| | Lâmpada Incandescente 100 W | Lâmpada Fluorescente Compacta Eletrônica 25 W |
| | Lâmpada Incandescente 150 W | Lâmpada Fluorescente Compacta Eletrônica 25 W |
| | Lâmpada Fluorescente Convencional T12 - 20 W | Lâmpada Fluorescente Trifósforo T8 - 16 W |
| | Lâmpada Fluorescente Convencional T12 - 40 W | Lâmpada Fluorescente Trifósforo T8 - 32 W |
| | Reator Eletromagnético 2x20 W | Reator Eletrônico 2x16 W AFP |
| | Reator Eletromagnético 2x40 W | Reator Eletrônico 2x32 W AFP |
| | Luminária simples 2x20 W | Luminária 2x16 W com refletor |
| | Luminária simples 2x40 W | Luminária 2x32 W com refletor |

### *2.5.1 Iluminação*

As lâmpadas fluorescentes compactas equivalentes às incandescentes de 60 W e 100 W foram escolhidas conforme a tabela de lâmpadas do Selo PROCEL, que utiliza como referência o fluxo luminoso.

Com o auxílio de um luxímetro digital mediu-se o iluminamento dos ambientes da entidade. Verificou-se que a iluminância da recepção principal da administração estava abaixo do valor condizente à atividade realizada no local. Assim, foi proposta uma melhoria no sistema de iluminação da recepção, substituindo as quatro lâmpadas fluorescente convencionais 2x20 W por quatro lâmpadas fluorescente trifósforo 2x32 W e não mais 2x16 W.

Verificou-se também, que as lâmpadas de 150 W estavam sobredimensionadas para os ambientes em que estavam instaladas e poderiam ser substituídas pelas de 100 W sem prejudicar os usuários dos ambientes. Neste caso, as lâmpadas incandescentes de 150 W possuem a mesma lâmpada fluorescente compacta equivalente a de 100 W.

Devido ao uso intenso de lâmpadas fluorescentes convencionais T12 de 20 W e 40 W, buscou-se substituí-las por lâmpadas equivalentes mais eficientes, as lâmpadas fluorescentes trifósforo T8 de 16 W e 32 W, respectivamente. Estas são normalmente lâmpadas mais caras, porém apresentam vida útil superior.

Para melhorar a otimização da energia, também está prevista a instalação de reatores eletrônicos com alto fator de potência (FP ≥ 0,92), distorção harmônica total (TDH) ≤15% e fator de fluxo luminoso (FF) ≥ 0,90, além de luminárias mais modernas e com refletores, possibilitando maior qualidade e economia de energia e durabilidade.

### 2.6 Etapas

As etapas do projeto estão descritas abaixo:

- celebração do instrumento de ajuste com a COPEL Distribuição;
- medição e verificação;
- aquisição de equipamentos e materiais;
- contratação de serviços e/ou mão-de-obra de terceiros;
- execução da obra;
- descarte de materiais substituídos e/ou retirados;
- elaboração de relatórios (parcial e final);
- acompanhamento do projeto.

## *3. AVALIAÇÃO*

Os resultados do projeto serão avaliados por meio da comparação dos dados de redução de demanda e de economia de energia e posteriormente à implantação das ações indicadas, conforme descrito no “Protocolo Internacional para Medição e Verificação de Performance (PIMVP)”, item “II.3. Critérios para Medição e Verificação dos Projetos” do “Manual Para Elaboração do Programa de Eficiência Energética Ciclo 2005/2006”. Para tal será utilizado o conceito segundo o qual:

**Economia energética = (consumo energético base) – (consumo energético pós-*retrofit*)+- (adequações)**

Onde o termo adequações se refere aos fatores que podem prejudicar os resultados, eles deverão ser considerados para permitir a análise equalizada das condições anteriores e posteriores às melhorias propostas.

A medição e verificação selecionada de acordo com o PIMVP, é a identificada como “Todo o Prédio”, descrita no item 3.4.3 do mencionado protocolo.

Essa técnica consiste na análise do desempenho de toda a entidade por meio da instalação temporária de analisadores de energia situados em cada entrada de fornecimento antes e depois das melhorias.

Será estimado o percentual de consumo total devido ao uso da iluminação antes e depois das implantações. Para a estimativa econômica são necessários os dados da quantidade e tipo de lâmpadas, reatores e luminárias, obtidos do diagnóstico, bem como as informações dos responsáveis sobre os períodos de funcionamento do sistema de iluminação dos ambientes em cada mês do ano e também das condições de operação dos novos equipamentos que forem adicionados ao sistema. Os dados de iluminação coletados estão explicitados na tabela 9.

De acordo com o PIMVP, este procedimento possibilitará o cálculo das economias pretendidas, já que ele é aplicado para os casos em que há significativa economia em relação ao consumo energético-base da instalação.

Segundo o cronograma projetado, estão previstas as inspeções iniciais para outubro de 2008 e as finais para maio de 2009. Tal ação é necessária para identificar e comprovar as mudanças alegadas dos períodos de operação que foram utilizadas para a comparação do consumo.

Para avaliar as economias e os montantes de energia consumida nos períodos e condições operacionais anteriores e posteriores à implantação do projeto, serão comparadas as diferenças causadas por fatores adversos de melhoria ou mudanças causadas pelas alterações das condições operacionais do sistema posteriormente implantado, bem como o consumo previsto das cargas não influenciadas pelo projeto.

## *4. ABRANGÊNCIA*

O presente projeto, que será integralmente implantado na APAE – Unidade Santa Felicidade, trará melhorias aos alunos, funcionários e moradores da unidade, pois possibilitará melhor atendimento aos usuários.

A tabela 4 mostra os dados da entidade a ser contemplada.

Tabela 4 - Dados gerais da APAE Santa Felicidade

| | |
|---|---|
| **Nome** | Associação dos Pais e Amigos dos Excepcionais |
| **Endereço** | Rua Orlando Peruci, n.º 1472 |
| **CEP** | 82400-300 |
| **Cidade** | Curitiba |
| **Estado** | Paraná |
| **Telefone/Fax** | (41) 3372-2625 |
| **E-mail** | waldinei.wzorek@superig.com.br |
| **Contato** | Waldinei Wzorek |
| **Ramo de Atividade** | Entidade Filantrópica |

## *5. METAS E BENEFÍCIOS*

A principal meta deste projeto é a redução do consumo e conseqüentemente a obtenção de uma economia de energia.

O projeto trará outros benefícios secundários, como:

- redução nas despesas com manutenção em função dos novos equipamentos mais eficientes e com vida útil superior;

- conscientização dos usuários da entidade quanto à conservação de energia elétrica;

- permitir o redirecionamento interno de valores financeiros decorrentes da redução do consumo de energia.

## 5.1 Metodologia de Cálculo das Metas

A energia economizada por ano, a demanda retirada e os custos são mostrados na tabela 5.

Tabela 5 - Metas do projeto

| Usos Finais | Energia Economizada (MWh/ano) | Demanda Retirada (kW) | RCB |
|---|---|---|---|
| Iluminação | 9,2981 | 10,4054 | 0,6093 |

## 5.2 Premissas Adotadas

Esse projeto foi elaborado com base na lei 11.465/07, na resolução 176/05, no Manual para Elaboração do Programa de Eficiência Energética – ciclo 2005/2006 e no Edital de Chamada Pública 001/2007 divulgado pela COPEL Distribuição.

A seguir seguem os valores adotados neste projeto, baseados no edital da chamada pública:

- taxa de desconto – i = 12% a.a.

- custo unitário evitado de demanda – CED = 480,39 R$/kW.ano.

- custo unitário evitado de energia – CEE = 138,40 R$/kW.ano.

- fator de carga da concessionária – FC = 70%.

### *5.2.1 Características dos equipamentos por tipo de sistema*

Nas tabelas a seguir encontra-se o estudo comparativo entre as principais características técnicas encontradas em catálogos dos equipamentos atuais e propostos para o sistema de iluminação.

Tabela 6 - Principais características técnicas das lâmpadas

| Substituições Recomendadas | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Equipamentos Existentes** | **Pot. Total - Lâmp. + Reat. (W)** | **Fluxo luminoso (lm)** | **Tempo de utilização (h/ano)** | **Vida Útil (h)** | **Vida Útil (anos)** | **Equipamentos Propostos** | **Pot. Total - Lâmp. + Reat. (W)** | **Fluxo luminoso (lm)** | **Tempo de utilização (h/ano)** | **Vida Útil (h)** | **Vida Útil (anos)** |
| Lâmpada Incandescente 60 W | 60 | 864 | 275,6 | 750 | 2,72 | Lâmpada Fluorescente Compacta Eletrônica 15 W | 15 | 900 | 275,6 | 8.000 | 29,03 |
| Lâmpada Incandescente 100 W | 100 | 1.620 | 475,8 | 750 | 1,58 | Lâmpada Fluorescente Compacta Eletrônica 25 W | 25 | 1.510 | 475,8 | 8.000 | 16,81 |
| Lâmpada Incandescente 150 W | 150 | 2.505 | 624,0 | 750 | 1,20 | Lâmpada Fluorescente Compacta Eletrônica 25 W | 25 | 1.510 | 624,0 | 8.000 | 12,82 |
| Lâmpada Fluorescente Convencional T12 - 20 W | 34 | 1.060 | 569,4 | 7.500 | 13,17 | Lâmpada Fluorescente Trifósforo T8 - 16 W | 21 | 1.200 | 569,4 | 7.500 | 13,17 |
| Lâmpada Fluorescente Convencional T12 - 40 W | 62 | 2.700 | 852,8 | 7.500 | 8,79 | Lâmpada Fluorescente Trifósforo T8 - 32 W | 35 | 2.700 | 852,8 | 7.500 | 8,79 |

Tabela 7 - Principais características técnicas dos reatores

| **Equipamentos Existentes** | **Perdas (W)** | **Vida Útil (anos)** | **Equipamentos Propostos** | **Perdas (W)** | **Vida Útil (anos)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Reator Eletromagnético 2x20 W | 14 | 10 | Reator Eletrônico 2x16 W AFP | 5 | 10 |
| Reator Eletromagnético 2x40 W | 22 | 10 | Reator Eletrônico 2x32 W AFP | 3 | 10 |

Tabela 8 - Principais características técnicas das luminárias

| **Equipamentos Propostos** | **Altura (mm)** | **Largura (mm)** | **Comprimento (mm)** | **Vida Útil (anos)** |
|---|---|---|---|---|
| Luminária 2x16 W com refletor | 60 | 267 | 700 | 20 |
| Luminária 2x32 W com refletor | 60 | 267 | 1310 | 20 |

### *5.2.2 Cálculo dos resultados esperados*

A redução de demanda na ponta e a energia economizada são calculadas conforme as equações a seguir:

$$RDP = [(NL_1.PL_1 + NR_1.PR_1) - (NL_2.PL_2 + NR_2.PR_2)] \,.\, FCP \,.\, 10^{-3} \quad (kW)$$

$$EE = [(NL_1.PL_1 + NR_1.PR_1) - (NL_2.PL_2 + NR_2.PR_2)] \,.\, t \,.\, 10^{-6} \quad (MWh/ano)$$

Sendo:

NL – quantidade de lâmpadas do sistema existente

NL – quantidade de lâmpadas do sistema proposto

PL – potência da lâmpada do sistema existente (W)

PL – potência da lâmpada do sistema proposto (W)

NR – quantidade de reatores do sistema existente

NR – quantidade de reatores do sistema proposto

PR – potência do reator do sistema existente (W)

PR – potência do reator do sistema proposto (W)

t – tempo de utilização das lâmpadas no ano, em horas

FCP – Fator de Coincidência na Ponta a ser definido pela concessionária

A tabela 9 apresenta dados que possibilitam o cálculo da energia consumida no sistema atual de iluminação e no sistema proposto. A tabela é preenchida da seguinte maneira:

- **horas/dias:** o tempo de utilização diário de cada tipo de lâmpada foi conseguido segundo informações dos usuários da entidade;
- **dias/ano:** adotou-se 22 dias úteis x 11 meses de funcionamento da unidade;
- **FCP:** o FCP foi calculado conforme estipula a chamada pública. A entidade utiliza o sistema de iluminação por 11 meses, 22 dias úteis em um mês e 2 horas na ponta no dia, já que a iluminação externa e as casas lares funcionam durante o horário de ponta;
- **lâmpadas:** as potências e quantidades foram obtidas no levantamento de dados por inspeção;
- **reatores:** as perdas dos reatores são dados estipulados no edital da chamada pública, já a quantidade foi obtida no levantamento de dados por inspeção;
- **potência instalada:** corresponde ao somatório das potências dos equipamentos;
- **energia:** corresponde à multiplicação da potência instalada pelas horas utilizadas no ano;
- **redução de potência:** é dada pela multiplicação do FCP pela diferença entre a potência instalada antes e depois da implementação do projeto;
- **economia conservada:** é representada pela diferença entre a energia consumida antes e depois da implementação do projeto;
- **economia (%):** corresponde ao percentual de energia economizado por ano depois da implementação do projeto.

Tabela 9 – Cálculo dos resultados esperados

| ILUMINAÇÃO | | Iluminação 1 | Iluminação 2 | Iluminação 3 | Iluminação 4 | Iluminação 5 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tempo de utilização | Horas/Dia: | 1,06 | 1,83 | 2,40 | 2,19 | 3,28 | |
| | Dias/Ano: | 242 | 242 | 242 | 242 | 242 | |
| Horas/ano: | | 257 | 443 | 581 | 530 | 794 | |
| Fator de Coincidência de Ponta: | | 0,61 | 0,61 | 0,61 | 0,61 | 0,61 | |
| **Sistema Atual** | | | | | | | |
| Tipo de equipamento / tecnologia | | Incandescente | Incandescente | Incandescente | Fluor. Convencional | Fluor. Convencional | TOTAL |
| Lâmpada | Potência (W): | 60 | 100 | 150 | 20 | 40 | |
| | Quantidade | 6 | 105 | 39 | 112 | 178 | 440 |
| Reator | Potência (W): | | | | 14 | 22 | |
| | Quantidade | | | | 56 | 89 | 145 |
| Potência Instalada (kW) | | 0,3600 | 10,5000 | 5,8500 | 3,0240 | 9,0780 | 28,8120 |
| Energia (MWh/ano) | | 0,0923 | 4,6500 | 3,3977 | 1,6027 | 7,2058 | 16,9485 |
| **Sistema Proposto** | | | | | | | |
| Tipo de equipamento / tecnologia | | Fluor. Compacta | Fluor. Compacta | Fluor. Compacta | Fluor. Trifósforo | Fluor. Trifósforo | TOTAL |
| Lâmpada | Potência (W): | 15 | 25 | 25 | 16 | 32 | |
| | Quantidade | 6 | 105 | 39 | 108 | 182 | 440 |
| Reator | Potência (W): | | | | 5 | 3 | |
| | Quantidade | | | | 54 | 91 | 145 |
| Potência Instalada (kW) | | 0,0900 | 2,6250 | 0,9750 | 1,9980 | 6,0970 | 11,7850 |
| Energia (MWh/ano) | | 0,0231 | 1,1625 | 0,5663 | 1,0589 | 4,8396 | 7,6503 |
| **Resultados Esperados** | | | | | | | TOTAL |
| Redução de Potência (kW) | | 0,1650 | 4,8125 | 2,9792 | 0,6270 | 1,8217 | 10,4054 |
| Energia Conservada (MW/ano) | | 0,0693 | 3,4875 | 2,8314 | 0,5438 | 2,3662 | 9,2981 |
| Economia (%) | | 75,00 | 75,00 | 83,33 | 33,93 | 32,84 | 54,86 |

## 5.3 Cálculo da Relação Custo-Benefício do Projeto

A metodologia utilizada para a avaliação econômica do projeto é baseada no cálculo da relação custo-benefício (RCB), que se dá pela seguinte relação

$$RCB = \frac{\text{Custos Anualizados}}{\text{Benefícios Anulalizados}}$$

### *5.3.1 Metodologia do Cálculo da RCB*

#### 5.3.1.1 Cálculo do Custo Anualizado Total (CATOTAL)

$$CA_{Total} = \sum CA_{equip1} + CA_{equip2} + CA_{equip3} + ... + CA_{equip\,n}$$

*Cálculo do Custo Anualizado dos equipamentos com mesma vida útil ($CA_{equip\,n}$):*

$$CA_{equip\,n} = CPE_{equip\,n} \times FRC$$

*Cálculo do Custo dos equipamentos e/ou materiais com mesma vida útil ($CPE_{equip\,n}$):*

$$CPE_{equip\,n} = CE_{equip\,n} + \left[ \frac{(CT - CTE) \times CE_{equip\,n}}{CTE} \right]$$

*Cálculo do fator de recuperação de capital (FRC):*

$$FRC = \frac{i \cdot (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

Sendo:

$CPE_{equip\ n}$: custo dos equipamentos com a mesma vida útil, acrescido da parcela correspondente aos outros custos diretos e indiretos. Esta parcela é proporcional ao percentual do custo do equipamento em relação ao custo total com equipamentos.

$CE_{equip\ n}$: custo somente de equipamento com mesma vida útil.

CT: custo total do projeto (custos diretos + custos indiretos).

CTE: custo total somente de equipamentos.

n: vida útil (em anos).

i: taxa de juros (taxa de desconto).

#### 5.3.1.2 Cálculo dos Benefícios (B)

$$B = (EE \times CEE) + (RDP \times CED)$$

Sendo:

EE: energia economizada (MWh/ano)

CEE: custo evitado de energia (R$/MWh)

RDP: redução de demanda na ponta (kW)

CED: custo evitado de demanda (R$/kW)

### *5.3.2 Resultados*

Primeiramente, calculou-se o custo anualizado, como mostra a tabela 10. Em seguida, foi feito o cálculo do benefício conforme a tabela 11. Assim, encontrou-se a RCB, apresentada na tabela 12.

Tabela 10 – Cálculo dos custos anualizados

| Equipamento | Vida Útil (horas) | Vida Útil (anos) | Tempo de utilização (h/ano) | i | FRC | CE | CPE | CA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lâmpada Fluorescente Compacta Eletrônica 15 W | 8.000 | 29,03 | 275,60 | 0,12 | 0,12465 | 49,62 | 87,06 | 10,85 |
| Lâmpada Fluorescente Compacta Eletrônica 25 W | 8.000 | 16,81 | 475,80 | 0,12 | 0,14097 | 1.003,80 | 1.761,18 | 248,27 |
| Lâmpada Fluorescente Compacta Eletrônica 25 W | 8.000 | 12,82 | 624,00 | 0,12 | 0,15663 | 372,84 | 654,15 | 102,46 |
| Lâmpada Fluorescente Trifósforo T8 - 16 W | 7.500 | 13,17 | 569,40 | 0,12 | 0,15479 | 608,04 | 1.066,81 | 165,13 |
| Lâmpada Fluorescente Trifósforo T8 - 32 W | 7.500 | 8,79 | 852,80 | 0,12 | 0,19021 | 913,64 | 1.602,99 | 304,90 |
| Reator Eletrônico 2x16 W AFP | 5.694 | 10,00 | 569,40 | 0,12 | 0,17698 | 922,86 | 1.619,17 | 286,57 |
| Reator Eletrônico 2x32 W AFP | 8.528 | 10,00 | 852,80 | 0,12 | 0,17698 | 1.867,32 | 3.276,23 | 579,84 |
| Luminária 2x16 W com refletor | 11.388 | 20,00 | 569,40 | 0,12 | 0,13388 | 2.592,00 | 4.547,69 | 608,84 |
| Luminária 2x32 W com refletor | 17.056 | 20,00 | 852,80 | 0,12 | 0,13388 | 6.483,75 | 11.375,80 | 1.522,98 |
| | **TOTAL** | | | | | 14.813,87 | 25.991,07 | **3.829,84** |

Tabela 11 – Cálculo dos benefícios

| Resultados Esperados | | Fluor. Compacta 15W | Fluor. Compacta 25W | Fluor. Compacta 25W | Fluor. Trifósforo 16W | Fluor. Trifósforo 32W | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Redução de Potência (kW)** | | 0,1650 | 4,8125 | 2,9792 | 0,6270 | 1,8217 | 10,4054 |
| **Energia Conservada (MWh/ano)** | | 0,0693 | 3,4875 | 2,8314 | 0,5438 | 2,3662 | 9,2981 |
| **CED: 480,39**<br>**CEE: 138,4** | **BENEFÍCIOS** | 88,8500 | 2.794,5500 | 1.823,0276 | 376,4608 | 1.202,6190 | **6.285,5075** |

Tabela 12 – Cálculo da RCB

| | |
|---|---|
| Custo Anualizado Total (CA) | 3.829,84 |
| Benefícios (B) | 6285,507 |
| **RCB** | **0,6093** |

# *6. PRAZOS E CUSTOS*

## 6.1 Prazos

Tabela 13 – Cronograma físico

| Etapas | jul/08 | ago/08 | set/08 | out/08 | nov/08 | dez/08 | jan/09 | fev/09 | mar/09 | abr/09 | mai/09 | jun/09 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Celebração do instrumento de ajuste com a COPEL Distribuição S.A. | X | X | X | | | | | | | | | |
| Medição e Verificação | X | | | | | | | | | | X | |
| Aquisição de equipamentos e materiais | X | | | | | | | | | | | |
| Contratação de serviços e/ou mão-de-obra de terceiros | X | | | | | | | | | | | |
| Execução da obra | | X | X | X | | | | | | | | |
| Descarte de materiais substituídos e/ou retirados | | X | X | X | | | | | | | | |
| Elaboração de Relatórios (parcial e final) | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Acompanhamento do projeto | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |

Tabela 14 – Cronograma financeiro

| Etapas | jul/08 | ago/08 | set/08 | out/08 | nov/08 | dez/08 | jan/09 | fev/09 | mar/09 | abr/09 | mai/09 | jun/09 | Total R$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Celebração do instrumento de ajuste com a COPEL Distribuição S.A. | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | | | | | | | | 0,00 |
| Medição e Verificação | 1.400,00 | 1.400,00 | | | | | | | | | 0,00 | | 2.800,00 |
| Aquisição de equipamentos e materiais | 14.813,87 | | | | | | | | | | | | 14.813,87 |
| Contratação de serviços e/ou mão-de-obra de terceiros | 0,00 | | | | | | | | | | | | 0,00 |
| Execução da obra | | 1.237,40 | 1.237,40 | 1.237,40 | | | | | | | | | 3.712,21 |
| Descarte de materiais substituídos e/ou retirados | | 74,07 | 74,07 | 74,07 | | | | | | | | | 222,21 |
| Elaboração de Relatórios (parcial e final) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Acompanhamento do projeto | 370,23 | 370,23 | 370,23 | 370,23 | 370,23 | 370,23 | 370,23 | 370,23 | 370,23 | 370,23 | 370,23 | 370,23 | 4.442,79 |
| TOTAL | 16.584,10 | 3.081,70 | 1.681,70 | 1.681,70 | 370,23 | 370,23 | 370,23 | 370,23 | 370,23 | 370,23 | 370,23 | 370,23 | 25.991,07 |

## 6.2 Custos

### *6.2.1 Orçamento Total*

Na tabela 15 encontra-se o orçamento do sistema de iluminação deste projeto.

Tabela 15 - Orçamento total

| Materiais | Quantidade | Custo Unitário do Material | Custo Total Material | Custo Unitário MOT | Custo Total MOT | Custo Total Unitário | Total (R$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lâmpada Fluorescente Compacta Eletrônica 15 W | 6 | 8,27 | 49,62 | 2,00 | 12,00 | 10,27 | 61,62 |
| Lâmpada Fluorescente Compacta Eletrônica 25 W | 105 | 9,56 | 1.003,80 | 2,00 | 210,00 | 11,56 | 1.213,80 |
| Lâmpada Fluorescente Compacta Eletrônica 25 W | 39 | 9,56 | 372,84 | 2,00 | 78,00 | 11,56 | 450,84 |
| Lâmpada Fluorescente Trifósforo T8 - 16 W | 108 | 5,63 | 608,04 | 4,00 | 432,00 | 9,63 | 1.040,04 |
| Lâmpada Fluorescente Trifósforo T8 - 32 W | 182 | 5,02 | 913,64 | 4,00 | 728,00 | 9,02 | 1.641,64 |
| **Subtotal - Lâmpadas** | | | | | | | **4.407,94** |
| Reator Eletrônico 2x16 W AFP | 54 | 17,09 | 922,86 | 8,00 | 432,00 | 25,09 | 1.354,86 |
| Reator Eletrônico 2x32 W AFP | 91 | 20,52 | 1.867,32 | 8,00 | 728,00 | 28,52 | 2.595,32 |
| **Subtotal - Reatores** | | | | | | | **3.950,18** |
| Luminária 2x16 W com refletor | 54 | 48,00 | 2.592,00 | 6,00 | 324,00 | 54,00 | 2.916,00 |
| Luminária 2x32 W com refletor | 91 | 71,25 | 6.483,75 | 6,00 | 546,00 | 77,25 | 7.029,75 |
| **Subtotal - Luminárias** | | | | | | | **9.945,75** |
| **Subtotal - Materiais** | | | 14.813,87 | | | | 14.813,87 |
| **Subtotal - Mão de Obra de Terceiros** | | | | | 3.490,00 | | 3.490,00 |
| **Subtotal - Mão de Obra Própria** | | | | | | | 3.226,68 |
| **Transporte** | 3 | % dos custos dos materiais | | | | | 444,42 |
| **Outros Custos Diretos** | | | | | | | 2.800,00 |
| **Subtotal - Custos Diretos** | | | | | | | **24.774,96** |
| **Administração Própria** | | | | | | | 716,11 |
| **Outros Custos Indiretos** | | | | | | | 500,00 |
| **Subtotal - Custos Indiretos** | | | | | | | **1.216,11** |
| **TOTAL GERAL** | | | | | | | **25.991,07** |

### *6.2.2 Custos por Categoria Contábil e Origens dos Recursos*

Tabela 16 - Custo por categoria contábil e origens dos recursos

| Tipo de Custo | Custos Totais | | Origem dos Recursos (R$) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | R$ | % | Recursos Próprios | Recursos de Terceiros | Recursos do consumidor |
| **Custos Diretos** | | | | | |
| Materiais e Equipamentos | 14.813,87 | 57,00 | 14.813,87 | 0,00 | 0,00 |
| Mão-de-obra própria | 3.226,68 | 12,41 | 3.226,68 | 0,00 | 0,00 |
| Mão-de-obra de terceiros | 3.490,00 | 13,43 | 3.490,00 | 0,00 | 0,00 |
| Transporte | 444,42 | 1,71 | 444,42 | 0,00 | 0,00 |
| Outros Custos Diretos | 2.800,00 | 10,77 | 2.800,00 | 0,00 | 0,00 |
| **Custos Indiretos** | | | | | |
| Administração Própria | 716,11 | 2,76 | 716,11 | 0,00 | 0,00 |
| Outros Custos Indiretos | 500,00 | 1,92 | 500,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 25.991,07 | 100,00 | 25.991,07 | 0,00 | 0,00 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Verificação de MOT:** | **23,56** | % do Material | OK |
| **Verificação de MOP e Adm. Própria:** | **15,17** | % do Total | OK |
| **Verificação de Transporte:** | **3,00** | % do Material | OK |

#### 6.2.2.1 Custos Diretos

Materiais e Equipamentos

O custo unitário das lâmpadas e reatores foi retirado da tabela de preço máximo estipulado no edital da chamada pública. O custo unitário das luminárias foi estimado conforme contato com os fornecedores. Para o caso de apresentar este projeto na Chamada Pública 001/2007 da COPEL, deve-se apresentar dois orçamentos dos equipamentos que não constam no edital, neste caso as luminárias, e refazer os cálculos considerando o orçamento de menor valor.

Mão-de-obra Própria

A mão-de-obra própria refere-se às despesas da concessionária e é calculada pela equação a seguir:

$$MOP = 80\ Hh \times R\$\ 36,63 + 0,02 \times (\text{materiais e equipamentos})$$

Sendo:

80 Hh - número de homens hora COPEL, utilizado por projeto por ano;

R$ 36,63 - custo unitário a ser considerado por homem hora;

0,02 x (materiais e equipamentos) – correspondem a 2% do valor orçado para os materiais e equipamentos utilizados na proposta de projeto.

Mão-de-obra de Terceiros

O custo unitário da mão-de-obra de terceiros foi estimado conforme contato com empresas especializadas. Este custo está relacionado aos serviços de retirada e instalação do sistema de iluminação (luminárias, lâmpadas, reatores) e do descarte destes equipamentos. Para o caso de apresentar este projeto na Chamada Pública 001/2007 da COPEL, deve-se apresentar dois orçamentos destes serviços e refazer os cálculos considerando o orçamento de menor valor.

Transporte

Foi estimado um percentual de 3% em cima do custo total de materiais e equipamentos para gastos com transporte.

Outros Custos Diretos

Neste caso, estes custos referem-se às despesas destinadas à Medição e Verificação dos resultados reais. Este custo foi estimado conforme contato com empresas especializadas e abrange medições em dois disjuntores de entrada e distribuição de energia durante dois dias, a primeira realizada em julho de 2008 e a segunda medição em maio de 2009. Para o caso de apresentar este projeto na chamada pública 001/2007 da COPEL, deve-se apresentar dois orçamentos e refazer os cálculos considerando o orçamento de menor valor.

#### 6.2.2.2 Custos Indiretos

Administração Própria

A administração própria refere-se às despesas da própria concessionária e é calculado pela equação a seguir:

$$Dadm = 0,1 \times (MOP + MOT + \text{frete ou transporte})$$

Outros Custos Indiretos

Este item refere-se às despesas da concessionária com fiscalização. Deve-se prever despesas referentes à fiscalização da concessionária no valor de R$ 500,00.

## *7. ACOMPANHAMENTO*

O acompanhamento será realizado durante toda a execução e desenvolvimento deste projeto, com a finalidade de verificar se as ações condizem com as previstas no projeto.

Também serão informadas e registradas todas as mudanças ocorridas durante o desenvolvimento do projeto para possibilitar uma comparação com o projeto original e assim, validar os resultados obtidos.

# *APÊNDICE A – Pré-diagnóstico energético*

# PRÉ-DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

# APAE – Unidade Santa Felicidade

**Tipo: Comércio / Serviços**

**Nome: APAE – Unidade Santa Felicidade**

## *1. INFORMAÇÕES GERAIS DA UNIDADE*

Tabela 1 - Dados gerais da APAE Santa Felicidade

| | |
|---|---|
| **Nome** | Associação dos Pais e Amigos dos Excepcionais |
| **Endereço** | Rua Orlando Peruci, n.º 1472 |
| **CEP** | 82400-300 |
| **Cidade** | Curitiba |
| **Estado** | Paraná |
| **Telefone/Fax** | (41) 3372-2625 |
| **E-mail** | waldinei.wzorek@superig.com.br |
| **Contato** | Waldinei Wzorek |
| **Ramo de Atividade** | Entidade Filantrópica |

Tabela 2 - Identificação da unidade

| Unidade Consumidora | CNPJ | Nº do cliente na COPEL | Tarifa | Subgrupo | Tensão de Alimentação |
|---|---|---|---|---|---|
| APAE - Unidade Santa Felicidade | 76.579.630/0001-24 | MD1 - 325.674-0<br>MD2 - 3.311.185-5 | Convencional | B3 - Demais Classes | 127 / 200 V |

A unidade em estudo está situada na rua Orlando Peruci, nº 1.472, no bairro de Santa Felicidade em Curitiba/PR, CEP 82400-300, e está inscrita sob o CNPJ

76.579.630/0001-24. É composta por 224 alunos e 144 funcionários e é dirigida pelo sr. Waldinei Wzorek.

O horário de funcionamento das escolas é de segunda à sexta-feira, das 08h às 17h, com o horário de almoço e lanche da tarde compreendidos entre 12h e 13h30min, 15h45min e 16h15min, respectivamente.

A unidade possui as escolas CITA, Vivenda e Henriette Morineaux, as quais atendem alunos a partir dos 15 anos de idade com deficiência mental severa, moderada e leve. Existe ainda a Colméia, uma casa onde são realizadas atividades de fisioterapia com os alunos, durante duas manhãs da semana.

Dentro da unidade existem oito casas lares que funcionam permanentemente. Essas casas são moradias para os alunos advindos de situação de risco social, abandono ou órfãos e cada casa é assistida por uma mãe social.

Em alguns finais de semana do ano, a APAE promove eventos abertos ao público, como churrascos e festas comemorativas, o principal objetivo dos eventos é o aumento da renda mensal e da arrecadação de diversos tipos de doações.

Atualmente, a entidade possui duas entradas para medição e faturamento da energia elétrica fornecida pela COPEL Distribuição: 325.674-0 (medidor 882040558) e 3.311.185-5 (medidor 952745078). Segundo o sr. Edson, supervisor da manutenção, a entrada 325.674-0 é responsável pelo atendimento da piscina, do depósito 1 e do abastecimento. As demais cargas da unidade são supridas pela outra entrada de fornecimento. As tensões de alimentação da entidade são 127/220 V.

A figura 1 ilustra a unidade da APAE de Santa Felicidade.

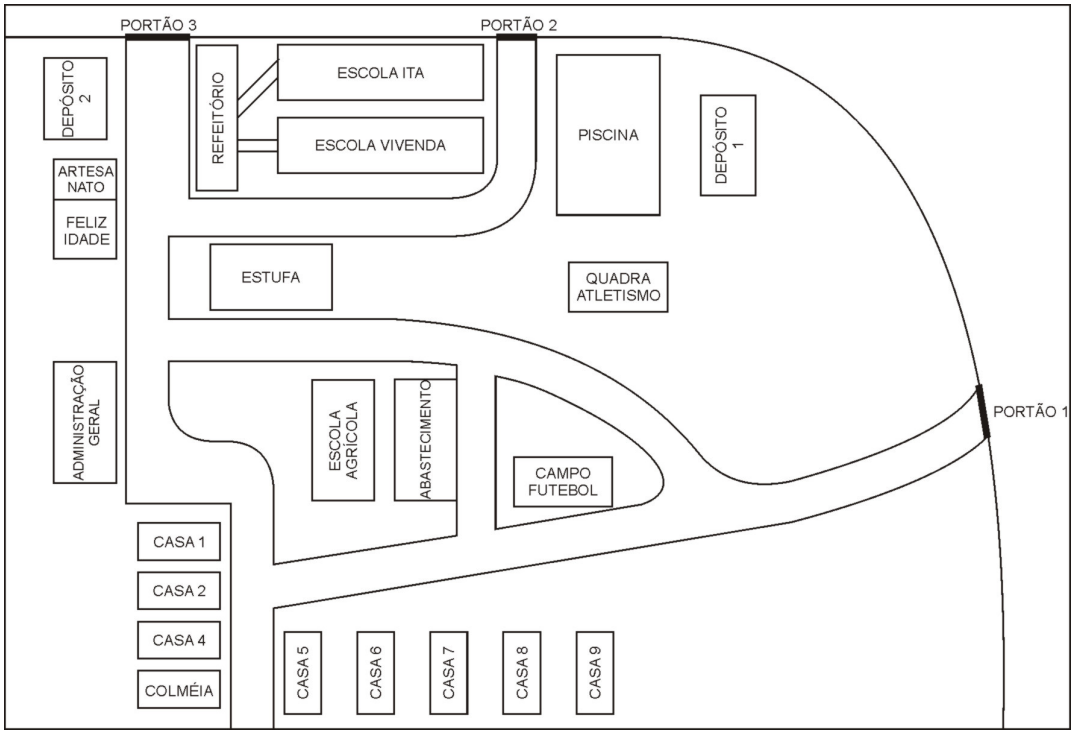



Figura 1 - Planta da APAE

## *2. OBJETIVOS*

### 2.1 Objetivo principal

Baseado na Lei 11.465 de 28 de março de 2007, o projeto destina-se a habilitar a APAE - Unidade Santa Felicidade a participar do Programa de Eficiência Energética da COPEL, de modo a contribuir para a melhoria da eficiência energética no sistema de iluminação, considerando a substituição de lâmpadas, luminárias e reatores.

O projeto visa a redução de recursos com despesas em energia elétrica e manutenção de equipamentos, tendo como paradigma a satisfação plena das necessidades dos usuários.

**2.2 Objetivos secundários**

Justifica-se também este trabalho por meio de outros fatores como:

- o fortalecimento do combate ao desperdício de energia por toda a unidade por meio de campanhas internas (*endomarketing*);

- a possibilidade de contribuir com a difusão de uma cultura que leva em consideração a eficiência energética, a conservação de energia, o desenvolvimento sustentável e os recursos naturais.

## *3. INSTALAÇÕES ATUAIS*

O levantamento de dados na unidade permitiu a verificação de vários casos de desperdício de energia elétrica, os quais podem ser atribuídos ao estado de obsolescência de significativas partes das instalações elétricas.

Tal situação é devido ao uso, ainda intenso, de:

- lâmpadas incandescentes;
- lâmpadas fluorescentes convencionais;
- reatores eletromagnéticos;
- luminárias antigas.

O atual quadro da unidade apresenta custos desnecessários para a administração não somente devido à baixa vida útil desses equipamentos, que obriga a freqüentes gastos com manutenção, como também ao seu alto consumo e baixa eficiência energética se comparados com outras alternativas.

## *4. FATURAS DE ENERGIA*

Para analisar a evolução do consumo e demanda de energia elétrica da entidade, foram utilizados os dados de 47 faturas de cada entrada, o que corresponde a aproximadamente 4 anos de acompanhamento.

A tabela 3 apresenta os consumos das duas entradas de energia da entidade.

Tabela 3 - Faturas de energia

| N.º cliente: 3.311.185-5 | | |
|---|---|---|
| Medidor 952745078 - 200A | | |
| Mês / Ano Vencimento Fatura | Consumo (kWh) | Valor da fatura (R$) |
| jul/07 | 4.814 | 1.742,27 |
| jun/07 | 4.612 | 1.676,09 |
| mai/07 | 5.485 | 1.992,13 |
| abr/07 | 4.345 | 1.579,43 |
| mar/07 | 4.006 | 1.456,70 |
| fev/07 | 1.179 | 433,27 |
| jan/07 | 3.838 | 1.395,68 |
| dez/06 | 6.514 | 2.364,45 |
| nov/06 | 6.188 | 2.246,43 |
| out/06 | 8.374 | 3.037,81 |
| set/06 | 5.742 | 2.084,97 |
| ago/06 | 8.144 | 2.954,55 |
| jul/06 | 4.013 | 1.529,59 |
| jun/06 | 5.070 | 1.968,86 |
| mai/06 | 5.826 | 2.261,51 |
| abr/06 | 5.117 | 1.987,05 |
| mar/06 | 4.266 | 1.657,63 |
| fev/06 | 3.110 | 1.210,14 |
| jan/06 | 2.302 | 905,01 |
| dez/05 | 7.385 | 2.902,88 |
| nov/05 | 6.964 | 2.737,73 |
| out/05 | 8.503 | 3.341,44 |
| set/05 | 6.687 | 2.629,07 |
| ago/05 | 5.780 | 2.280,11 |
| jul/05 | 7.238 | 2.865,53 |
| jun/05 | 6.238 | 2.291,19 |
| mai/05 | 4.804 | 1.768,42 |
| abr/05 | 5.118 | 1.885,79 |
| mar/05 | 2.493 | 921,63 |
| fev/05 | 1.367 | 495,02 |
| jan/05 | 1.136 | 410,68 |
| dez/04 | 1.469 | 528,59 |
| nov/04 | 1.403 | 509,25 |
| out/04 | 1.382 | 501,93 |
| set/04 | 1.335 | 481,55 |
| ago/04 | 1.328 | 482,51 |
| jul/04 | 1.273 | 440,76 |
| jun/04 | 1.413 | 474,57 |
| mai/04 | 1.350 | 458,64 |
| abr/04 | 1.512 | 507,48 |
| mar/04 | 871 | 289,45 |
| fev/04 | 3.363 | 1.141,31 |
| jan/04 | 910 | 308,20 |
| dez/03 | 1.087 | 323,31 |
| nov/03 | 1.280 | 379,82 |
| out/03 | 6.960 | 2.028,64 |
| set/03 | 10.782 | 3.134,28 |

| N.º cliente: 325.674-0 | | |
|---|---|---|
| Medidor 882040558 - 70A | | |
| Mês / Ano Vencimento Fatura | Consumo (kWh) | Valor da fatura (R$) |
| jul/07 | 4.441 | 1.607,78 |
| jun/07 | 4.459 | 1.620,70 |
| mai/07 | 4.622 | 1.679,71 |
| abr/07 | 4.243 | 1.542,50 |
| mar/07 | 4.889 | 1.776,37 |
| fev/07 | 3.202 | 1.165,64 |
| jan/07 | 5.092 | 1.849,66 |
| dez/06 | 5.507 | 1.999,90 |
| nov/06 | 4.849 | 1.761,69 |
| out/06 | 5.253 | 1.907,94 |
| set/06 | 4.976 | 1.807,66 |
| ago/06 | 4.750 | 1.725,85 |
| jul/06 | 4.912 | 1.870,85 |
| jun/06 | 5.265 | 2.044,34 |
| mai/06 | 4.100 | 1.593,37 |
| abr/06 | 5.370 | 2.084,99 |
| mar/06 | 3.574 | 1.389,75 |
| fev/06 | 2.742 | 1.067,68 |
| jan/06 | 3.259 | 1.278,64 |
| dez/05 | 4.720 | 1.857,47 |
| nov/05 | 4.663 | 1.835,12 |
| out/05 | 4.596 | 1.808,83 |
| set/05 | 4.900 | 1.928,08 |
| ago/05 | 3.934 | 1.553,79 |
| jul/05 | 4.874 | 1.931,56 |
| jun/05 | | |
| mai/05 | 3.759 | 1.385,03 |
| abr/05 | 3.552 | 1.310,60 |
| mar/05 | 3.641 | 1.343,28 |
| fev/05 | 3.027 | 1.088,90 |
| jan/05 | 2.819 | 1.011,68 |
| dez/04 | 3.561 | 1.276,66 |
| nov/04 | 3.892 | 1.403,82 |
| out/04 | 3.512 | 1.267,82 |
| set/04 | 3.497 | 1.253,33 |
| ago/04 | 3.827 | 1.381,09 |
| jul/04 | 4.228 | 1.452,30 |
| jun/04 | 4.174 | 1.392,13 |
| mai/04 | 4.068 | 1.361,91 |
| abr/04 | 3.568 | 1.190,75 |
| mar/04 | 3.030 | 1.006,95 |
| fev/04 | 2.825 | 959,52 |
| jan/04 | 2.131 | 715,00 |
| dez/03 | 4.231 | 1.243,98 |
| nov/03 | 2.703 | 796,53 |
| out/03 | 3.813 | 1.113,64 |
| set/03 | 3.871 | 1.128,49 |

A figura 2 apresenta o histórico de consumo da entidade nos últimos 4 anos.

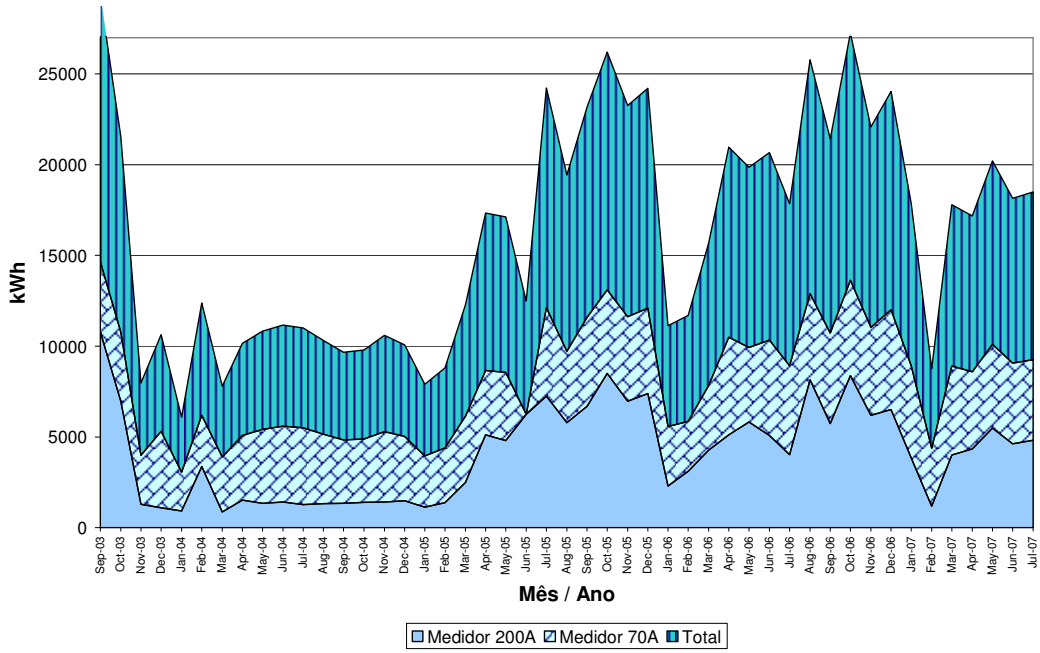



Figura 2 – Histórico do consumo das principais cargas

## *5. USOS FINAIS*

Primeiramente, identificaram-se os principais usos finais da entidade: bombas de calor, refrigeração, iluminação e chuveiro elétrico.

Na tabela 4 encontram-se as cargas existentes separadas por uso final.

Tabela 4 – Cargas por uso final

| EQUIPAMENTO / CARGA | CONSUMO MENSAL (Wh) |
|---|---|
| Bombas de calor | 2.889,42 |
| Refrigeração | 2.389,60 |
| Outras cargas | 2.002,69 |
| Iluminação | 1.435,60 |
| Chuveiro | 1.234,63 |
| **TOTAL** | **9.951,94** |

A figura 3 mostra o consumo das cargas instaladas separadas por uso final.

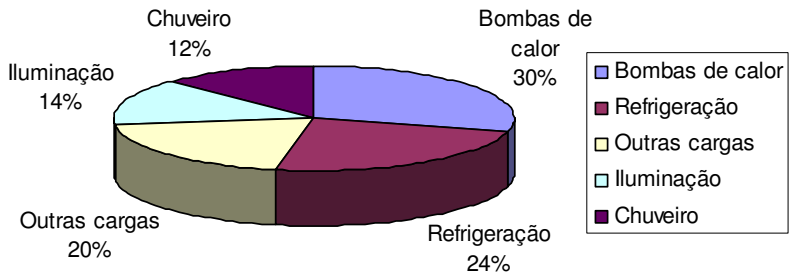



Figura 3 – Gráfico do consumo por uso final

Na entidade existem duas bombas de calor do tipo ar-água que são utilizadas no aquecimento da piscina. Embora as bombas de calor representem a maior carga, não foram propostas mudanças para as mesmas nem para o sistema de aquecimento, já que as bombas haviam sido substituídas há cerca de dois anos atrás e segundo o fabricante Eco Energy Heat Pumps, o modelo n.º 5115 3B apresenta um alto COP (coeficiente de performance), o que significa um bom índice de eficiência energética. Preocupou-se apenas em instruir o supervisor da manutenção sobre a limpeza e manutenção para conservar o seu bom funcionamento.

Os refrigeradores encontrados na entidade não possuem selo PROCEL. A maioria deles são refrigeradores antigos, enferrujados e com alto consumo de energia elétrica. Alguns refrigeradores estão estragados ou apresentam deficiência no funcionamento. Os refrigeradores e congeladores de grande porte são subutilizados apresentando apenas metade, aproximadamente, da sua capacidade ocupada. Devido a este quadro, foi estudada a substituição destes equipamentos por outros que possuem o selo PROCEL, mais compactos, eficientes e econômicos, levando em consideração a capacidade em litros de cada refrigerador e o consumo mensal de energia elétrica, o que resultaria em um menor consumo mensal de energia elétrica. Porém este estudo resultou em uma RCB acima de 0,80, assim a refrigeração foi descartada deste projeto.

Na entidade percebeu-se um uso, ainda intenso, de lâmpadas incandescentes e fluorescentes convencionais, reatores eletromagnéticos e luminárias sem acessórios.

Segundo usuários da APAE, freqüentemente se encontram lâmpadas incandescentes queimadas. Dessa maneira, devido à sua baixa vida útil essas lâmpadas geram gastos freqüentes com manutenção, além de possuírem um consumo alto de energia elétrica e baixa eficiência energética se comparadas com outras alternativas, como as lâmpadas fluorescentes compactas, por exemplo.

As lâmpadas fluorescentes instaladas na entidade são convencionais e têm diâmetro T12 (3,8 cm). Se acompanhada a evolução das lâmpadas fluorescentes, observa-se uma melhoria na qualidade da luz com o passar dos anos. Isso se deu devido à redução do seu diâmetro, que possibilita o desenvolvimento de luminárias mais compactas e eficientes, e à tecnologia de revestimento do pó trifósforo substituindo o pó fluorescente comum, o que garante maior eficiência e melhor reprodução de cores. Dessa maneira, as lâmpadas fluorescentes com pó trifósforo e diâmetro T8 (2,5 cm) são mais eficientes se comparadas às lâmpadas atualmente instaladas na entidade.

Foram encontrados reatores eletromagnéticos duplos no sistema de iluminação, sendo que os reatores eletrônicos possuem inúmeras vantagens se comparados com os eletromagnéticos: são mais leves e compactos; têm baixa perda de potência, consumindo menos energia; aumentam a vida útil da lâmpada; fornecem corrente e tensão à lâmpada em alta freqüência, não emitindo ruídos audíveis para o ser humano; possuem um alto fator de potência, proteção contra o final de vida útil da lâmpada, além de apresentam custos de instalação reduzidos.

As luminárias instaladas são luminárias duplas, antigas e não apresentam refletores. Os refletores influenciam na eficiência da luminária, pois proporcionam melhor aproveitamento do fluxo luminoso.

Frente a este quadro, propõe-se a substituição destes equipamentos (luminárias, reatores e lâmpadas) por outros mais eficientes e econômicos.

# *6. SUBSTITUIÇÕES PROPOSTAS*

A implementação de medidas de eficiência energética será realizada pela substituição do sistema de iluminação atual. As ações de eficientização energética propostas neste projeto estão apresentadas na tabela 5.

Tabela 5 - Substituições propostas

| | Situação Atual | Situação Proposta |
|---|---|---|
| Iluminação | Lâmpada Incandescente 60 W | Lâmpada Fluorescente Compacta Eletrônica 15 W |
| | Lâmpada Incandescente 100 W | Lâmpada Fluorescente Compacta Eletrônica 25 W |
| | Lâmpada Incandescente 150 W | Lâmpada Fluorescente Compacta Eletrônica 25 W |
| | Lâmpada Fluorescente Convencional T12 - 20 W | Lâmpada Fluorescente Trifósforo T8 - 16 W |
| | Lâmpada Fluorescente Convencional T12 - 40 W | Lâmpada Fluorescente Trifósforo T8 - 32 W |
| | Reator Eletromagnético 2x20 W | Reator Eletrônico 2x16 W AFP |
| | Reator Eletromagnético 2x40 W | Reator Eletrônico 2x32 W AFP |
| | Luminária simples 2x20 W | Luminária 2x16 W com refletor |
| | Luminária simples 2x40 W | Luminária 2x32 W com refletor |

### *2.5.1 Iluminação*

As lâmpadas fluorescentes compactas equivalentes às incandescentes de 60 W e 100 W foram escolhidas conforme a tabela de lâmpadas do Selo PROCEL, que utiliza como referência o fluxo luminoso.

Com o auxílio de um luxímetro digital mediu-se o iluminamento dos ambientes da entidade. Verificou-se que a iluminância da recepção principal da administração estava abaixo do valor condizente à atividade realizada no local. Assim, foi proposta uma melhoria no sistema de iluminação da recepção, substituindo as quatro lâmpadas fluorescente convencionais 2x20 W por quatro lâmpadas fluorescente trifósforo 2x32 W e não mais 2x16 W.

Verificou-se também, que as lâmpadas de 150 W estavam sobredimensionadas para os ambientes em que estavam instaladas e poderiam ser substituídas pelas de 100 W sem prejudicar os usuários dos ambientes. Neste caso, as lâmpadas incandescentes de 150 W possuem a mesma lâmpada fluorescente compacta equivalente a de 100 W.

Devido ao uso intenso de lâmpadas fluorescentes convencionais T12 de 20 W e 40 W, buscou-se substituí-las por lâmpadas equivalentes mais eficientes, as lâmpadas fluorescentes trifósforo T8 de 16 W e 32 W, respectivamente. Estas são normalmente lâmpadas mais caras, porém apresentam vida útil superior.

Para melhorar a otimização da energia, também está prevista a instalação de reatores eletrônicos com alto fator de potência (FP ≥ 0,92), distorção harmônica total (TDH) ≤15% e fator de fluxo luminoso (FF) ≥ 0,90, além de luminárias mais modernas e com refletores, possibilitando maior qualidade e economia de energia e durabilidade.

## *7. RESULTADOS ESPERADOS*

A energia economizada por ano, a demanda retirada e os custos são mostrados na tabela 6.

Tabela 6 - Metas do projeto

| Usos Finais | Energia Economizada (MWh/ano) | Demanda Retirada (kW) |
|---|---|---|
| Iluminação | 9,2981 | 10,4054 |

A tabela 7 apresenta dados que possibilitam o cálculo da energia consumida no sistema atual de iluminação e no sistema proposto.

Tabela 7 – Cálculo dos resultados esperados

| ILUMINAÇÃO | | Iluminação 1 | Iluminação 2 | Iluminação 3 | Iluminação 4 | Iluminação 5 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tempo de utilização | Horas/Dia: | 1,06 | 1,83 | 2,40 | 2,19 | 3,28 | |
| | Dias/Ano: | 242 | 242 | 242 | 242 | 242 | |
| Horas/ano: | | 257 | 443 | 581 | 530 | 794 | |
| Fator de Coincidência de Ponta: | | 0,61 | 0,61 | 0,61 | 0,61 | 0,61 | |
| **Sistema Atual** | | | | | | | |
| **Tipo de equipamento / tecnologia** | | Incandescente | Incandescente | Incandescente | Fluor. Convencional | Fluor. Convencional | **TOTAL** |
| Lâmpada | Potência (W): | 60 | 100 | 150 | 20 | 40 | |
| | Quantidade | 6 | 105 | 39 | 112 | 178 | **440** |
| Reator | Potência (W): | | | | 14 | 22 | |
| | Quantidade | | | | 56 | 89 | **145** |
| Potência Instalada (kW) | | 0,3600 | 10,5000 | 5,8500 | 3,0240 | 9,0780 | **28,8120** |
| Energia (MWh/ano) | | 0,0923 | 4,6500 | 3,3977 | 1,6027 | 7,2058 | **16,9485** |
| **Sistema Proposto** | | | | | | | |
| **Tipo de equipamento / tecnologia** | | Fluor. Compacta | Fluor. Compacta | Fluor. Compacta | Fluor. Trifósforo | Fluor. Trifósforo | **TOTAL** |
| Lâmpada | Potência (W): | 15 | 25 | 25 | 16 | 32 | |
| | Quantidade | 6 | 105 | 39 | 108 | 182 | **440** |
| Reator | Potência (W): | | | | 5 | 3 | |
| | Quantidade | | | | 54 | 91 | **145** |
| Potência Instalada (kW) | | 0,0900 | 2,6250 | 0,9750 | 1,9980 | 6,0970 | **11,7850** |
| Energia (MWh/ano) | | 0,0231 | 1,1625 | 0,5663 | 1,0589 | 4,8396 | **7,6503** |
| **Resultados Esperados** | | | | | | | **TOTAL** |
| Redução de Potência (kW) | | 0,1650 | 4,8125 | 2,9792 | 0,6270 | 1,8217 | **10,4054** |
| Energia Conservada (MW/ano) | | 0,0693 | 3,4875 | 2,8314 | 0,5438 | 2,3662 | **9,2981** |
| Economia (%) | | 75,00 | 75,00 | 83,33 | 33,93 | 32,84 | **54,86** |

## *8. CUSTOS*

Nas tabelas 8 e 9 encontra-se o orçamento do sistema de iluminação deste projeto.

Tabela 8 - Orçamento total

| Materiais | Quantidade | Custo Unitário do Material | Custo Total Material | Custo Unitário MOT | Custo Total MOT | Custo Total Unitário | Total (R$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lâmpada Fluorescente Compacta Eletrônica 15 W | 6 | 8,27 | 49,62 | 2,00 | 12,00 | 10,27 | 61,62 |
| Lâmpada Fluorescente Compacta Eletrônica 25 W | 105 | 9,56 | 1.003,80 | 2,00 | 210,00 | 11,56 | 1.213,80 |
| Lâmpada Fluorescente Compacta Eletrônica 25 W | 39 | 9,56 | 372,84 | 2,00 | 78,00 | 11,56 | 450,84 |
| Lâmpada Fluorescente Trifósforo T8 - 16 W | 108 | 5,63 | 608,04 | 4,00 | 432,00 | 9,63 | 1.040,04 |
| Lâmpada Fluorescente Trifósforo T8 - 32 W | 182 | 5,02 | 913,64 | 4,00 | 728,00 | 9,02 | 1.641,64 |
| **Subtotal - Lâmpadas** | | | | | | | **4.407,94** |
| Reator Eletrônico 2x16 W AFP | 54 | 17,09 | 922,86 | 8,00 | 432,00 | 25,09 | 1.354,86 |
| Reator Eletrônico 2x32 W AFP | 91 | 20,52 | 1.867,32 | 8,00 | 728,00 | 28,52 | 2.595,32 |
| **Subtotal - Reatores** | | | | | | | **3.950,18** |
| Luminária 2x16 W com refletor | 54 | 48,00 | 2.592,00 | 6,00 | 324,00 | 54,00 | 2.916,00 |
| Luminária 2x32 W com refletor | 91 | 71,25 | 6.483,75 | 6,00 | 546,00 | 77,25 | 7.029,75 |
| **Subtotal - Luminárias** | | | | | | | **9.945,75** |
| **Subtotal - Materiais** | | | 14.813,87 | | | | 14.813,87 |
| **Subtotal - Mão de Obra de Terceiros** | | | | | 3.490,00 | | 3.490,00 |
| **Subtotal - Mão de Obra Própria** | | | | | | | 3.226,68 |
| **Transporte** | 3 | % dos custos dos materiais | | | | | 444,42 |
| **Outros Custos Diretos** | | | | | | | 2.800,00 |
| **Subtotal - Custos Diretos** | | | | | | | **24.774,96** |
| **Administração Própria** | | | | | | | 716,11 |
| **Outros Custos Indiretos** | | | | | | | 500,00 |
| **Subtotal - Custos Indiretos** | | | | | | | **1.216,11** |
| **TOTAL GERAL** | | | | | | | **25.991,07** |

Tabela 9 - Custo por categoria contábil e origens dos recursos

| Tipo de Custo | Custos Totais | | Origem dos Recursos (R$) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | R$ | % | Recursos Próprios | Recursos de Terceiros | Recursos do consumidor |
| **Custos Diretos** | | | | | |
| Materiais e Equipamentos | 14.813,87 | 57,00 | 14.813,87 | 0,00 | 0,00 |
| Mão-de-obra própria | 3.226,68 | 12,41 | 3.226,68 | 0,00 | 0,00 |
| Mão-de-obra de terceiros | 3.490,00 | 13,43 | 3.490,00 | 0,00 | 0,00 |
| Transporte | 444,42 | 1,71 | 444,42 | 0,00 | 0,00 |
| Outros Custos Diretos | 2.800,00 | 10,77 | 2.800,00 | 0,00 | 0,00 |
| **Custos Indiretos** | | | | | |
| Administração Própria | 716,11 | 2,76 | 716,11 | 0,00 | 0,00 |
| Outros Custos Indiretos | 500,00 | 1,92 | 500,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 25.991,07 | 100,00 | 25.991,07 | 0,00 | 0,00 |

## *9. VIABILIDADE ECONÔMICA*

Primeiramente, calculou-se o custo anualizado, como mostra a tabela 10. Em seguida, foi feito o cálculo do benefício conforme a tabela 11. Assim, encontrou-se a RCB, apresentada na tabela 12.

Tabela 10 – Cálculo dos custos anualizados

| Equipamento | Vida Útil (horas) | Vida Útil (anos) | Tempo de utilização (h/ano) | i | FRC | CE | CPE | CA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lâmpada Fluorescente Compacta Eletrônica 15 W | 8.000 | 29,03 | 275,60 | 0,12 | 0,12465 | 49,62 | 87,06 | 10,85 |
| Lâmpada Fluorescente Compacta Eletrônica 25 W | 8.000 | 16,81 | 475,80 | 0,12 | 0,14097 | 1.003,80 | 1.761,18 | 248,27 |
| Lâmpada Fluorescente Compacta Eletrônica 25 W | 8.000 | 12,82 | 624,00 | 0,12 | 0,15663 | 372,84 | 654,15 | 102,46 |
| Lâmpada Fluorescente Trifósforo T8 - 16 W | 7.500 | 13,17 | 569,40 | 0,12 | 0,15479 | 608,04 | 1.066,81 | 165,13 |
| Lâmpada Fluorescente Trifósforo T8 - 32 W | 7.500 | 8,79 | 852,80 | 0,12 | 0,19021 | 913,64 | 1.602,99 | 304,90 |
| Reator Eletrônico 2x16 W AFP | 5.694 | 10,00 | 569,40 | 0,12 | 0,17698 | 922,86 | 1.619,17 | 286,57 |
| Reator Eletrônico 2x32 W AFP | 8.528 | 10,00 | 852,80 | 0,12 | 0,17698 | 1.867,32 | 3.276,23 | 579,84 |
| Luminária 2x16 W com refletor | 11.388 | 20,00 | 569,40 | 0,12 | 0,13388 | 2.592,00 | 4.547,69 | 608,84 |
| Luminária 2x32 W com refletor | 17.056 | 20,00 | 852,80 | 0,12 | 0,13388 | 6.483,75 | 11.375,80 | 1.522,98 |
| | **TOTAL** | | | | | 14.813,87 | 25.991,07 | **3.829,84** |

Tabela 11 – Cálculo dos benefícios

| Resultados Esperados | | Fluor. Compacta 15W | Fluor. Compacta 25W | Fluor. Compacta 25W | Fluor. Trifósforo 16W | Fluor. Trifósforo 32W | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Redução de Potência (kW)** | | 0,1650 | 4,8125 | 2,9792 | 0,6270 | 1,8217 | 10,4054 |
| **Energia Conservada (MWh/ano)** | | 0,0693 | 3,4875 | 2,8314 | 0,5438 | 2,3662 | 9,2981 |
| **CED: 480,39**<br>**CEE: 138,4** | **BENEFÍCIOS** | 88,8500 | 2.794,5500 | 1.823,0276 | 376,4608 | 1.202,6190 | **6.285,5075** |

Tabela 12 – Cálculo da RCB

| | |
|---|---|
| Custo Anualizado Total (CA) | 3.829,84 |
| Benefícios (B) | 6285,507 |
| **RCB** | **0,6093** |

## *10. TEMPO DE RETORNO DO INVESTIMENTO*

A seguir, é apresentado o cálculo do tempo de retorno do investimento estimado em função do investimento do projeto e a redução anual na fatura da energia. A tabela 13 representa o total investido em equipamentos, já a tabela 14 mostra a energia economizada e a redução de potência. A tabela 15 apresenta o tempo de retorno do investimento em anos.

Tabela 13 – Cálculo do investimento total

| Materiais | Custo Unitário do Material (R$) | Custo Unitário MOT (R$) | Custo Total Unitário (R$) | Quantidade | Investimento (R$) |
|---|---|---|---|---|---|
| Lâmpada Fluorescente Compacta Eletrônica 15 W | 8,27 | 2,00 | 10,27 | 6 | 61,62 |
| Lâmpada Fluorescente Compacta Eletrônica 25 W | 9,56 | 2,00 | 11,56 | 105 | 1.213,80 |
| Lâmpada Fluorescente Compacta Eletrônica 25 W | 9,56 | 2,00 | 11,56 | 39 | 450,84 |
| Lâmpada Fluorescente Trifósforo T8 - 16 W | 5,63 | 4,00 | 9,63 | 108 | |
| Reator Eletrônico 2x16 W AFP | 17,09 | 8,00 | 25,09 | 54 | 5.310,90 |
| Luminária 2x16 W com refletor | 48,00 | 6,00 | 54,00 | 54 | |
| Lâmpada Fluorescente Trifósforo T8 - 32 W | 5,02 | 4,00 | 9,02 | 182 | |
| Reator Eletrônico 2x32 W AFP | 20,52 | 8,00 | 28,52 | 91 | 11.266,71 |
| Luminária 2x32 W com refletor | 71,25 | 6,00 | 77,25 | 91 | |
| | | | | **TOTAL (R$)** | **18.303,87** |

Tabela 14 – Economia total

| Energia Conservada (MW/ano) | Tarifa Energia (R$/MWh) | Economia em Consumo de Energia |
|---|---|---|
| 9,2981 | 239,00 | 2.222,26 |
| **Redução de Potência (kW)** | **Tarifa Demanda** | **Economia em Demanda de Energia** |
| 10,4054 | 0,00 | 0,00 |

| Economia Total em Consumo e Demanda (R$/ano) |
|---|
| **2.222,26** |

Tabela 15 – Pay-back

| | |
|---|---|
| **Investimento Total (R$)** | 18.303,87 |
| **Economia Total em Consumo e Demanda (R$/ano)** | 2.222,26 |
| **Pay-Back (anos)** | **8,24** |

## *ANEXO A – Catálogos dos Equipamentos*

Para o caso de apresentar este projeto na Chamada Pública da COPEL, deve-se anexar os catálogos dos equipamentos orçados e utilizados nos cálculos.